

DETEÇÃO E EXTINÇÃO DE INCÊNDIO EM DATA CENTER

Rui Miguel Barbosa Neto



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

2014

Relatório elaborado para satisfação parcial dos requisitos da Unidade Curricular de DSEE -
Dissertação do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

Candidato: Rui Miguel Barbosa Neto, N.º 1080415, 1080415@isep.ipp.pt

Orientação científica: António Gomes, AAG@isep.ipp.pt

Empresa: Siemens SA

Supervisão: Luís Martins, luis.m.martins@siemens.com



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

2014

Agradecimentos

O presente trabalho foi concluído com a ajuda e o apoio de algumas pessoas. Quero por isso expressar os meus profundos e mais sinceros agradecimentos:

Ao meu orientador, Engenheiro António Gomes pela ajuda preciosa, pelos conselhos que me prestou durante a realização deste trabalho e principalmente pela sua excelente disponibilidade.

Ao Engenheiro Luís Martins da Siemens que possibilitou a realização desta Dissertação no meu local de trabalho e por toda a disponibilidade demonstrada.

A toda a equipa da *Fire Safety and Security* da Siemens no Freixieiro. Por toda a ajuda, pela força, pelo apoio, pelos conselhos e dúvidas que me tiraram ao longo da realização deste trabalho.

Ao Engenheiro António Fernandes da Sepreve e ao Engenheiro Pedro Pequito da *Tyco* que tiveram a simpatia e disponibilidade de responder a todas as minhas questões e também por toda a informação que me disponibilizaram.

Aos meus colegas que durante todo este longo caminho me acompanharam, por terem marcado a minha vida académica e pessoal.

À Maria Fernandes por me ter apoiado e ouvido nos momentos mais atribulados durante este período e por me ter dado sempre forças e aquele gesto de carinho que me fez continuar sempre em frente.

Aos meus pais, que sempre me apoiaram e deram força em todos os momentos e que são os principais responsáveis por estar onde me encontro.

A todos o meu Muito Obrigado!

Resumo

O presente trabalho enquadra-se na temática de segurança contra incêndio em edifícios e consiste num estudo de caso de projeto de deteção e extinção de incêndio num *Data Center*. Os objetivos deste trabalho resumem-se à realização de um estudo sobre o estado da arte da extinção e deteção automática de incêndio, ao desenvolvimento de uma ferramenta de *software* de apoio a projetos de extinção por agentes gasosos, como também à realização de um estudo e uma análise da proteção contra incêndios em *Data Centers*. Por último foi efetuado um estudo de caso.

São abordados os conceitos de fogo e de incêndio, em que um estudo teórico à temática foi desenvolvido, descrevendo de que forma pode o fogo ser originado e respetivas consequências. Os regulamentos nacionais relativos à Segurança Contra Incêndios em Edifícios (SCIE) são igualmente abordados, com especial foco nos Sistemas Automáticos de Deteção de Incêndio (SADI) e nos Sistemas Automáticos de Extinção de Incêndio (SAEI), as normas nacionais e internacionais relativas a esta temática também são mencionadas.

Pelo facto de serem muito relevantes para o desenvolvimento deste trabalho, os sistemas de deteção de incêndio são exaustivamente abordados, mencionando características de equipamentos de deteção, técnicas mais utilizadas como também quais os aspetos a ter em consideração no dimensionamento de um SADI. Quanto aos meios de extinção de incêndio foram mencionados quais os mais utilizados atualmente, as suas vantagens e a que tipo de fogo se aplicam, com especial destaque para os SAEI com utilização de gases inertes, em que foi descrito como deve ser dimensionado um sistema deste tipo.

Foi também efetuada a caracterização dos *Data Centers* para que seja possível entender quais as suas funcionalidades, a importância da sua existência e os aspetos gerais de uma proteção contra incêndio nestas instalações.

Por último, um estudo de caso foi desenvolvido, um SADI foi projetado juntamente com um SAEI que utiliza azoto como gás de extinção. As escolhas e os sistemas escolhidos foram devidamente justificados, tendo em conta os regulamentos e normas em vigor.

Palavras-Chave

Detecção de incêndio, Extinção de incêndio, *Data Center*.

Abstract

The present work is a case study of a project for detecting and extinguishing fire in a Data Center. The objectives of this work are summarized in a study on the state of the art Automatic Fire Detection and Automatic Fire Extinguishing Systems, the development of a tool to support projects for gaseous extinguishing agents, but also to conduct a study and an analysis of fire protection in data centers. Finally was made a case study.

The objectives of this work are summarized in a study on the state of the art Automatic Fire Detection and Automatic Fire Extinguishing Systems, the development of a tool to support projects for gaseous extinguishing agents, but also to conduct a study and an analysis of fire protection in data centers. Finally was made a case study.

Approach the concept of fire, where a theoretical study on the topic has been developed, describing how the fire may be originated and respective consequences. The national regulations regarding Fire Safety in Buildings are also addressed, with a special focus on Automatic Fire Detection Systems and Automatic Fire Extinguishing Systems, national and international standards for this subject are also mentioned.

Because they are very relevant to the development of this work, the fire detection systems are thoroughly mentioned, the characteristics of detection equipment, the most used techniques as well as which aspects to consider in sizing an Automatic Fire Detection System. The most widely used extinguishing fire systems were mentioned, their advantages and what type of fire apply, with special emphasis on Automatic Fire Extinguishing System using inert gases.

Data centers, being the object of study of this work, have a special focus on the characterization of these facilities, the importance of their existence and the general aspects that a fire protection should have, were mentioned.

Finally, a case study was developed an Automatic Fire Detection System was designed along with a Automatic Fire Extinguishing System that uses nitrogen as the extinguishing gas. The choices and chosen systems were justified, taking into account the regulations and standards.

Keywords

Fire detection, Fire extinguishing, Data Center.

Résumé

Ce travail entre dans le thème de la sécurité incendie dans les bâtiments et est une étude de détection de la conception et l'extinction d'un Data Center cas. Les objectifs de ce travail sont résumés dans une étude sur l'état de la détection automatique de l'art et de l'extinction de l'incendie, le développement d'un outil pour soutenir les projets par gazeux logiciel d'extinction. Pour mener une étude et une analyse de la protection incendie pour les centres de données avec un accent particulier sur l'état de l'art de la détection automatique et les systèmes d'extinction utilisés dans ces installations, aboutissant à l'élaboration d'une conception de l'étude de cas d'un Data Center.

Examine les concepts de feu et le feu, où une étude théorique sur le sujet a été développée, décrivant comment le feu peut être l'origine et les conséquences respectives. Les règlements nationaux relatifs à la sécurité incendie dans les bâtiments, sont également abordées, avec un accent particulier sur les systèmes automatiques de détection d'incendie et systèmes d'extinction automatiques, normes nationales et internationales pour ce sujet sont également mentionnés.

Parce qu'il est très important pour le développement de ce travail, les systèmes de détection d'incendie soient examinées en profondeur, en mentionnant les caractéristiques du matériel de détection, les techniques les plus utilisées ainsi que les aspects qui à considérer dans le dimensionnement d'un système automatiques de détection d'incendie. Quant aux moyens d'extinction d'incendie qui ont été mentionnés le plus largement utilisé, ses avantages et quel type d'incendie appliquer, avec un accent particulier sur systèmes d'extinction automatique utilisant des gaz inertes, dans ce qui a été décrit comme un système doit être faite de cette taper.

Les centres de données, faisant l'objet d'étude de ce travail, ont un accent particulier sur la caractérisation de ces installations, l'importance de leur existence et les aspects généraux de protection contre l'incendie aurait, été abordée.

Enfin, une étude de cas a été développé un SADI a été conçu avec un SAEI qui utilise l'azote comme gaz d'extinction. Les choix et les systèmes choisis étaient justifiés, compte tenu des règlements et des normes.

Mots-clés : Détection incendie, l'extinction des incendies, Data Center.

Índice

AGRADECIMENTOS.....	I
RESUMO.....	III
ABSTRACT.....	V
RÉSUMÉ	IX
ÍNDICE.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVII
ÍNDICE DE TABELAS	XXII
LISTA DE SIGLAS E ACRÓNIMOS.....	XXV
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.3. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO.....	3
2. SIEMENS.....	5
2.1. SETORES DE ATIVIDADE.....	7
2.2. SIEMENS PORTUGAL.....	8
2.3. FIRE SAFETY AND SECURITY	9
3. O FENÓMENO DO FOGO.....	11
3.1. GENERALIDADES	11
3.2. A QUÍMICA DO FOGO	14
3.3. TRIÂNGULO E TETRAEDRO DO FOGO.....	15
3.4. FASES DE DESENVOLVIMENTO DE UM INCÊNDIO	17
3.5. CLASSES DE FOGO.....	18
3.6. PROPAGAÇÃO DE UM INCÊNDIO.....	19
3.7. PRODUTOS RESULTANTES DA COMBUSTÃO.....	21
4. LEGISLAÇÃO, NORMAS E REGULAMENTAÇÃO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS	23
4.1. GENERALIDADES	23
4.2. DECRETO – LEI N.º202/2008 – REGIME JURÍDICO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS EM EDIFÍCIOS	31
4.2.1. UTILIZAÇÕES – TIPO DE EDIFÍCIOS E RECINTOS	31
4.2.2. CLASSIFICAÇÃO DOS LOCAIS DE RISCO.....	33
4.2.3. CATEGORIAS DE RISCO	34
4.3. PORTARIA N.º 1532/2008 DE 29 DE DEZEMBRO – REGULAMENTO TÉCNICO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS EM EDIFÍCIOS	36
4.3.1. DETEÇÃO ALARME E ALERTA.....	36
4.3.2. CONFIGURAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DE ALARME	37

4.3.3.	<i>SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE EXTINÇÃO DE INCÊNDIO</i>	39
4.3.4.	<i>SISTEMAS FIXOS DE EXTINÇÃO AUTOMÁTICA POR ÁGUA</i>	39
4.3.5.	<i>SISTEMAS FIXOS DE EXTINÇÃO AUTOMÁTICA POR AGENTES DIFERENTES DE ÁGUA</i>	40
4.4.	DOCUMENTOS NORMATIVOS	41
5.	TÉCNICAS E TECNOLOGIAS DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE DETECÇÃO DE INCÊNDIO	47
5.1.	GENERALIDADES	47
5.2.	TIPO DE PROTEÇÃO	48
5.2.1.	<i>PROTEÇÃO TOTAL</i>	49
5.2.2.	<i>PROTEÇÃO PARCIAL</i>	50
5.2.3.	<i>PROTEÇÃO LOCAL</i>	50
5.2.4.	<i>PROTEÇÃO DE EQUIPAMENTOS</i>	50
5.3.	ORGANIZAÇÃO DO ALARME	51
5.4.	ARQUITETURA DE UM SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECÇÃO DE INCÊNDIOS	52
5.4.1.	<i>CENTRAL DE DETECÇÃO DE INCÊNDIOS</i>	53
5.4.2.	<i>LIGAÇÃO DE ELEMENTOS</i>	57
5.4.3.	<i>PAINÉIS REPETIDORES E PAINÉIS DE COMANDO</i>	59
5.5.	DETETORES AUTOMÁTICOS.....	60
5.5.1.	<i>DETETORES DE FUMO</i>	60
5.5.2.	<i>DETETORES TÉRMICOS</i>	66
5.5.3.	<i>DETETORES DE CHAMA</i>	67
5.5.4.	<i>DETETORES DE GÁS</i>	70
5.5.5.	<i>DETETORES MULTISENSOR</i>	70
5.5.6.	<i>TECNOLOGIA DE DETETORES</i>	71
5.5.7.	<i>BOTÕES MANUAIS DE ALARME</i>	72
5.5.8.	<i>SIRENES DE ALARME</i>	72
5.5.9.	<i>MÓDULOS DE INTERFACE</i>	74
5.5.10.	<i>SINALIZADORES DE ALARME</i>	75
5.5.11.	<i>COMUNICAÇÃO À DISTÂNCIA</i>	75
5.5.12.	<i>SISTEMAS DE ALARME POR VOZ</i>	76
5.6.	ALIMENTAÇÃO	78
5.7.	CANALIZAÇÕES	78
5.7.1.	<i>TIPO DE CABOS</i>	78
5.7.2.	<i>MODOS DE INSTALAÇÃO</i>	79
5.7.3.	<i>PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO, DANOS MECÂNICOS E INTERFERÊNCIAS ELETROMAGNÉTICAS</i>	80
5.8.	GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA	80
5.9.	RECEÇÃO, EXPLORAÇÃO E MANUTENÇÃO	82
5.9.1.	<i>GENERALIDADES</i>	82
5.9.2.	<i>VERIFICAÇÃO DIÁRIA</i>	83
5.9.3.	<i>VERIFICAÇÃO MENSAL</i>	83
5.9.4.	<i>VERIFICAÇÃO TRIMESTRAL</i>	84

5.9.5.	VERIFICAÇÃO ANUAL.....	84
6.	TÉCNICAS E TECNOLOGIAS DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE EXTINÇÃO DE INCÊNDIO	85
6.1.	GENERALIDADES	85
6.2.	PRINCÍPIOS DE EXTINÇÃO.....	86
6.2.1.	REMOÇÃO DO COMBUSTÍVEL	87
6.2.2.	REMOÇÃO DO COMBURENTE.....	87
6.2.3.	ARREFECIMENTO	87
6.2.4.	INIBIÇÃO	87
6.3.	INTEGRAÇÃO DO SISTEMA AUTOMÁTICO DE EXTINÇÃO DE INCÊNDIO	87
6.3.1.	CENTRAL DE EXTINÇÃO.....	88
6.3.2.	ORGANIZAÇÃO DO ALARME	88
6.3.3.	PROCESSO DE UM SISTEMA AUTOMÁTICO DE EXTINÇÃO DE INCÊNDIO.....	89
6.4.	SISTEMAS DE EXTINÇÃO POR ÁGUA	91
6.4.1.	GENERALIDADES.....	91
6.4.2.	SPRINKLERS.....	91
6.4.3.	COMPONENTES.....	94
6.4.4.	CONTROLO, COMANDO E REDE DE TUBAGEM.....	96
6.5.	SISTEMAS DE EXTINÇÃO POR ESPUMA	96
6.5.1.	DIFERENTES TIPOS DE ESPUMA.....	98
6.6.	PÓ QUÍMICO	99
6.7.	SISTEMA DE EXTINÇÃO POR AGENTES GASOSOS.....	100
6.7.1.	GASES QUÍMICOS.....	100
6.7.2.	GASES INERTES.....	101
6.7.3.	CONSTITUIÇÃO DO SISTEMA	103
6.8.	SISTEMAS DE EXTINÇÃO POR CO2	106
6.9.	EXTINÇÃO EM MICRO AMBIENTES	107
6.9.1.	SISTEMAS DE ATUAÇÃO DIRETA.....	108
6.9.2.	SISTEMAS DE ATUAÇÃO INDIRETA.....	108
6.9.3.	ALIMENTAÇÃO	110
6.10.	EXPLORAÇÃO E MANUTENÇÃO	110
6.10.1.	GENERALIDADES.....	110
6.10.2.	MANUTENÇÃO DIÁRIA.....	111
6.10.3.	MANUTENÇÃO MENSAL.....	111
6.10.4.	MANUTENÇÃO TRIMESTRAL.....	111
6.10.5.	MANUTENÇÃO SEMESTRAL.....	112
6.10.6.	MANUTENÇÃO ANUAL.....	112
7.	ASPETOS GERAIS DE PROJETO DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE DETECÇÃO DE INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS	115
7.1.	GENERALIDADES	115
7.2.	LOCALIZAÇÃO E SELEÇÃO DA CENTRAL DE DETECÇÃO DE INCÊNDIO.....	117
7.3.	SELEÇÃO DE DETETORES.....	118

7.3.1.	<i>PAINÉIS REPETIDORES E DE CONTROLO</i>	119
7.3.2.	<i>DIVISÃO DE ZONAS</i>	119
7.4.	LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DOS DETETORES AUTOMÁTICOS	120
7.4.1.	<i>DETETORES TÉRMICOS E DE FUMO</i>	120
7.4.2.	<i>DETETORES DE CHAMAS</i>	125
7.4.3.	<i>DETETORES LINEARES</i>	125
7.4.4.	<i>MÓDULOS INTERFACES</i>	125
7.5.	LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DOS BOTÕES DE ALARME MANUAL	126
7.6.	ALARMES	126
7.7.	COMANDOS	126
7.8.	ATMOSFERAS POTENCIALMENTE EXPLOSIVAS (ATEX)	127
8.	ASPETOS GERAIS DO PROJETO DE SISTEMAS EXTINÇÃO AUTOMÁTICA DE INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS COM GASES INERTES	129
8.1.	GENERALIDADES	129
8.2.	DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA.....	130
8.2.1.	<i>QUANTIDADE DE AGENTE GASOSO</i>	131
8.2.2.	<i>CÁLCULO DO NÚMERO DE CILINDROS</i>	132
8.2.3.	<i>QUANTIDADE E POSICIONAMENTO DOS DIFUSORES</i>	132
8.2.4.	<i>ESCOLHA DA TUBAGEM</i>	133
8.2.5.	<i>SELEÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS DETETORES AUTOMÁTICOS E BOTÕES DE ALARME MANUAL</i>	134
8.2.6.	<i>LOCALIZAÇÃO DA CENTRAL DE EXTINÇÃO</i>	134
8.2.7.	<i>ALARMES</i>	134
8.2.8.	<i>COMANDOS DO SISTEMA</i>	135
8.2.9.	<i>ABERTURAS DE SOBREPRESSÃO</i>	135
9.	FERRAMENTA INFORMÁTICA DE APOIO AO PROJETO DE SISTEMAS DE EXTINÇÃO POR GASES INERTES	137
9.1.	GENERALIDADES	137
9.2.	APLICAÇÃO E ARQUITETURA DA FERRAMENTA DESENVOLVIDA	138
9.2.1.	<i>CAMPOS EDITÁVEIS</i>	140
9.2.2.	<i>CAMPOS SELECIONÁVEIS</i>	140
9.2.3.	<i>MENSAGENS DE ERRO</i>	140
9.2.4.	<i>AMOSTRAGEM DE RESULTADOS</i>	141
10.	DATA CENTER – DETEÇÃO E EXTINÇÃO DE INCÊNDIO	143
10.1.	GENERALIDADES.....	143
10.2.	ESTRUTURA	145
10.2.1.	<i>ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA</i>	146
10.2.2.	<i>INFRAESTRUTURA DA REDE</i>	146
10.2.3.	<i>VENTILAÇÃO</i>	147
10.2.4.	<i>SEGURANÇA</i>	148
10.3.	A PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS	150

10.3.1.	GENERALIDADES.....	150
10.3.2.	DETEÇÃO DE INCÊNDIO	151
10.3.3.	EXTINÇÃO DE INCÊNDIO	154
11.	ESTUDO DE CASO.....	161
11.1.	GENERALIDADES.....	161
11.2.	CARATERIZAÇÃO DA INSTALAÇÃO.....	162
11.3.	SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETEÇÃO DE INCÊNDIO	165
11.3.1.	DETEÇÃO NAS ÁREAS DE EXTINÇÃO.....	172
11.3.2.	LIGAÇÕES DE ELEMENTOS E MODO DE INSTALAÇÃO	173
11.3.3.	ALIMENTAÇÃO	173
11.4.	SISTEMA AUTOMÁTICO DE EXTINÇÃO DE INCÊNDIO	173
11.4.1.	QUANTIDADE DE AGENTE GASOSO NECESSÁRIO	174
11.4.2.	CÁLCULO DO NÚMERO DE CILINDROS.....	175
11.4.3.	QUANTIDADE E POSICIONAMENTO DOS DIFUSORES	176
11.4.4.	DIMENSIONAMENTO DA TUBAGEM.....	177
11.4.5.	ESPAÇAMENTO ENTRE FIXAÇÕES.....	177
11.4.6.	ABERTURAS DE SOBREPRESSÃO	178
11.5.	COMPARAÇÃO DE RESULTADOS.....	179
11.5.1.	ATIVAÇÃO DO SISTEMA.....	181
11.5.2.	CONTROLO DO PROCESSO DE EXTINÇÃO	182
11.5.3.	COMANDOS	185
12.	CONCLUSÕES	187
	REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS.....	191
	WEBGRAFIA.....	193
	ANEXO A. ESTUDO DE CASO – DATA CENTER – PROJETO.....	1

Índice de Figuras

Figura 1. Werner von Siemens e o Telégrafo de ponteiro [29]	6
Figura 2. Evolução do logotipo da Siemens [29]	7
Figura 3. Instalações da Siemens SA no Freixieiro	9
Figura 4. Triângulo do Fogo	15
Figura 5. Tetraedro do Fogo	16
Figura 6. Fases de Desenvolvimento de um incêndio [8]	18
Figura 7. Propagação por Radiação [7]	19
Figura 8. Propagação por Condução [7]	20
Figura 9. Propagação por Convecção [7]	20
Figura 10. Fluxograma de Organização de um Alarme [18]	51
Figura 11. Configuração de um SADI [18]	53
Figura 12. Exemplo de uma CDI – Siemens FC2020 [32]	53
Figura 13. <i>Loop</i> de CDI [32]	54
Figura 14. Fim de Linha – Siemens EOL22 [32]	55
Figura 15. Multi-Line Separator – Siemens FDCL221-M [32]	57
Figura 16. Ligação <i>Stub</i>	58
Figura 17. Ligação em <i>Loop</i>	58
Figura 18. Painel Repetidor – Siemens FT2010-A1 [32]	59
Figura 19. Painel Repetidor de Controlo – Siemens FT2040-AZ [32]	59

Figura 20. Princípio de funcionamento – Detetor iónico [19]	61
Figura 21. Detetor ótico - Siemens FDO241 [32]	62
Figura 22. Princípio de funcionamento – Detetor ótico por dispersão de Luz [19]	62
Figura 23. Princípio de funcionamento – Detetor ótico por absorção de Luz [19]	63
Figura 24. Princípio de funcionamento – Detetor por aspiração [19]	64
Figura 25. Exemplo de detetor de fumo por aspiração – Siemens VLF500 [32]	64
Figura 26. Detetor de conduta – Siemens FDBZ292	65
Figura 27. Princípio de funcionamento – Detetor Linear [19]	65
Figura 28. Detetor Linear – Siemens FDL241-9 [32]	66
Figura 29. Detetor Térmico – Siemens FDT221 [32]	66
Figura 30. Detetor de Chamas – Siemens FDF221-9 [32]	68
Figura 31. Princípio de funcionamento – Detetor de Chamas por radiação UV [19]	68
Figura 32. Princípio de funcionamento – Detetor de Chamas por IR [19]	69
Figura 33. Detetor Multisensor – Siemens FDOOTC241 [32]	71
Figura 34. Botão de Alarme Manual – Siemens FDM221 [32]	72
Figura 35. Sirene Endereçável - Siemens FDS221-R [32]	73
Figura 36. Sirene de alarme – Siemens DB3 [32]	73
Figura 37. Sirene com alarme visual – Siemens FDS229 [32]	74
Figura 38. Exemplo de um Módulo de Interface [32]	75
Figura 39. Indicador de Alarme - Siemens FDAI91 [32]	75
Figura 40. Sistema de Alarme por Voz – Siemens E100 [32]	76

Figura 41. Elementos de comunicação à distância	77
Figura 42. Cabo JE-H(ST) H E90	79
Figura 43. MM8000 – Siemens [32]	81
Figura 44. Central de Extinção – Siemens XC1001 [32]	88
Figura 45. Organização de um alarme de extinção [19]	88
Figura 46. Diagrama de processo de extinção [19]	89
Figura 47. Instalação básica de um Sistema <i>Sprinkler</i> [20]	92
Figura 48. Instalação de <i>Sprinkler</i> por dilúvio [20]	93
Figura 49. Diferentes tipos de elementos detetores de <i>sprinklers</i>	94
Figura 50. Sistema básico de Extinção por Espuma [19]	97
Figura 51. Sistema automático de extinção por pó químico [19]	99
Figura 52. Exemplo de aplicação de um SAEI por gases inertes – Sinorix N ₂ /Ar – Siemens [35]	102
Figura 53. Sistema extinção por agentes gasosos [21]	103
Figura 54. Difusor Sinorix Silent Nozzle – Siemens [35]	104
Figura 55. Extintores para o Firetrace [36]	107
Figura 56. Sistema <i>Firetrace</i> de atuação direta [36]	108
Figura 57. Exemplo de um sistema de atuação indireta – Sinorix Al Deco STD – Siemens [35]	109
Figura 58. Diagrama Sinorix Al Deco STD – Siemens [35]	109
Figura 59. Etapas de Planeamento [18]	117
Figura 60. Comportamento dos vários tipos de detetores aos diferentes tipos de fogo [19]	119

Figura 61. Barreira de Zener – Siemens SB3 [32]	127
Figura 62. Exemplo de dimensionamento da tubagem	134
Figura 63. Exemplo de uma abertura de sobrepressão	136
Figura 64. Ferramenta de cálculo	139
Figura 65. Exemplo de mensagem de erro da aplicação desenvolvida	140
Figura 66. Campos de Amostragem de resultados – ferramenta automática de cálculo	141
Figura 67. Data Center da Portugal Telecom na Covilhã [42]	144
Figura 68. <i>Data Center da Microsoft em Chicago</i> [37]	145
Figura 69. Cabo UTP e Fibra Ótica	146
Figura 70. Switch e Router [41]	146
Figura 71. Bastidores [38]	147
Figura 72. Ventilação por sistema de corredor [27]	147
Figura 73. Sistema convencional de ventilação [27]	148
Figura 74. Detecção por aspiração em chão falso [40]	153
Figura 75. Detecção por aspiração em grelhas de ventilação e bastidores [40]	153
Figura 76. Esquemático de zona de extinção com elementos coletivos	155
Figura 77. Esquemático de zona de extinção com elementos endereçáveis	155
Figura 78. Painel ótico-acústico – Menvier CSA 5055	156
Figura 79. Extinção de incêndio em <i>Data Center</i>	157
Figura 80. Válvula redutora de pressão – B0480 [39]	158
Figura 81. Montagem de um sistema de extinção [39]	159

Figura 82. Caso de Estudo – Data Center	162
Figura 83. Central de deteção de incêndios e Painel Repetidor	166
Figura 84. Extrato da planta do edifício com implementação dos equipamentos	166
Figura 85. Deteção em zonas ATEX	167
Figura 86. Sistema de deteção por aspiração instalado	168
Figura 87. Ventilação	168
Figura 88. Aplicação dos detetores no teto falso	169
Figura 89. Aplicação dos detetores em chão falso	170
Figura 90. Deteção por aspiração nos bastidores do <i>Data Center</i>	171
Figura 91. Diagrama simplificado da solução implementada na instalação	171
Figura 92. Diagrama tipo de deteção para processo de extinção – sistema endereçável	172
Figura 93. Cálculo automático – Compartimentos E1 e E2 (chão falso)	179
Figura 94. Cálculo automático – Compartimentos E1 e E2 (sala)	179
Figura 95. Cálculo automático – Compartimento E3 (sala)	180
Figura 96. Cálculo automático – Compartimento E3 (chão falso)	180
Figura 97. Cálculo automático – Compartimento E3 (teto falso)	180
Figura 98. Exemplo de cálculo de área de ventilação de sobrepressão do compartimento E1	181
Figura 99. Distribuição da tubagem de extinção	183
Figura 100. Diagrama de controlo de extinção	184

Índice de Tabelas

Tabela 1. Registo de Ocorrências 2010 [10]	13
Tabela 2. Efeitos do CO em função da concentração e duração da exposição [9]	21
Tabela 3. Efeitos do CO ₂ em função da concentração e duração da exposição [7]	22
Tabela 4. Efeitos do HCl em função da concentração e duração da exposição [7]	22
Tabela 5. Utilizações-Tipo [13], [14]	32
Tabela 6. Locais de Risco [13]	33
Tabela 7. Fatores de Risco [16]	35
Tabela 8. Configurações possíveis [18]	37
Tabela 9. Configuração em função da Categoria de Risco [18]	38
Tabela 10. Temperaturas de Atuação [20]	95
Tabela 11. Limites de Altura e Raio de Ação [18]	121
Tabela 12. Distribuição de Detetores – CEA 4040 [18]	122
Tabela 13. Fator de Risco [18]	122
Tabela 14. Dimensionamento da Tubagem [23]	133
Tabela 15. Áreas de risco de um <i>Data Center</i> [27]	151
Tabela 16. Classificação dos detetores por aspiração segundo a EN 54-20 [43]	152
Tabela 17. Comparação entre gases inertes e gases químicos [27]	158
Tabela 18. Descrição da instalação	163
Tabela 19. Utilizações Tipo – Data Center	163
Tabela 20. Classificação quanto à natureza do risco – <i>Data Center</i>	164

Tabela 21. Quantidade de Agente Gasoso	174
Tabela 22. Número de Cilindros	175
Tabela 23. Quantidade de Difusores necessários para compartimento	176
Tabela 24. Número de difusores utilizados por compartimento	177
Tabela 25. Espaçamento entre suportes	177
Tabela 26. Dimensões das aberturas de sobrepressão	178

Lista de Siglas e Acrónimos

ANPC	–	Autoridade Nacional de Proteção Civil
CEA	–	<i>Comité Européen Dês Assurances</i>
CE	–	Conformidade Europeia
CEN	–	Comité Europeu de Normalização
CDI	–	Central de Detecção de Incêndio
CFTV	–	Circuito Fechado de Televisão
CO	–	Monóxido de Carbono
CO ₂	–	Dióxido de Carbono
DL	–	Decreto-Lei
EN	–	<i>European Norm</i>
GTC	–	Gestão Técnica Centralizada
GCP	–	Gestão Centralizada de Perigos
HFC	–	Hidrofluocarbonetos
ISO	–	<i>International Standarization for Standarization</i>
NFPA	–	<i>National Fire Protection Association</i>
NP	–	Norma Portuguesa
PFC	–	Perfluocarbonetos
RJ-SCIE	–	Regime Jurídico – Segurança Contra Incêndio em Edifícios

RT-SCIE	– Regulamento Técnico – Segurança Contra Incêndio em Edifícios
RGEU	– Regulamento Geral das Edificações Urbanas
SACA	– Sistema Automático de Controlo de Acessos
SADI	– Sistema Automático de Detecção de Incêndio
SADIR	– Sistema Automático de Detecção de Intrusão e Roubo
SADG	– Sistema Automático de Detecção de Gás
SAEI	– Sistema Automático de Extinção de Incêndio
SCIE	– Segurança Contra Incêndio em Edifícios
SF6	– Hexafluoreto de Enxofre
STP	– <i>Shielded Twisted Pair</i>
EU	– União Europeia
UTP	– <i>Unshielded Twisted Pair</i>

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Um projeto de licenciamento de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (SCIE) poder ser realizado por engenheiros eletrotécnicos, mecânicos e arquitetos, desde que tenham realizado uma formação habilitante de SCIE. Mas muitas das vezes, cabe aos engenheiros eletrotécnicos assumirem o projeto de SCIE. Isto porque as primeiras medidas de SCIE a serem implementadas passam pelos projetos de instalações elétricas.

No âmbito das medidas ativas, consistem na iluminação e sinalização de emergência, assim como no dimensionamento do Sistema Automático de Detecção de Incêndio (SADI). Estas medidas inserem-se, naturalmente, no projeto de instalações elétricas. Os arquitetos ou os engenheiros de outras especialidades também possuem preocupações neste âmbito, mas acaba por ser no projeto de instalações elétricas que recai muitas vezes as preocupações de segurança contra incêndio.

A deteção precoce de um incêndio pode permitir a evacuação das pessoas presentes no edifício, salvaguardando perdas humanas, bem como acionar os meios de intervenção, automáticos ou humanos, para que se proceda à extinção do incêndio, evitando assim perdas patrimoniais.

Pelo facto de os *Data Centers*, serem o presente e o futuro da gestão de armazenamento e processamento de dados e informação, a sua proteção contra incêndios deve assegurar que em caso de incêndio os danos sejam minimizados, o que resulta em menos prejuízos.

Por representar um desafio, e ser uma temática nova e de pouco conhecimento para mim, a extinção de incêndios foi incluída no âmbito deste projeto, sendo natural a integração deste sistema com a deteção automática de incêndio.

Sendo uma instalação com aspetos particulares, o SADI e o Sistema Automático de Extinção de Incêndio (SAEI), são por isso diferentes dos usuais. Já que a deteção de incêndio tem de possuir uma rápida resposta. Para o efeito utilizam-se detetores especiais em que pequenas partículas de fumo são facilmente detetáveis, detetores de fumo por aspiração. Devendo o SADI estar distribuído pelo chão e teto falso, ventilação e equipamentos informáticos, para que todas as zonas do compartimento/edifício sejam dotadas deste tipo de proteção. O SAEI quando for utilizado deve proceder a uma rápida e eficaz extinção de incêndio sem danificar os equipamentos existentes, e por isso sistemas de extinção por gases, químicos ou inertes, são utilizados juntamente com novas técnicas de libertação do agente extintor que serão mencionadas no presente trabalho. Por ser um trabalho realizado em âmbito profissional, todas as soluções tecnológicas apresentadas pertencem à empresa onde o relatório foi realizado, à *Siemens*.

1.2. OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho resumem-se à realização de um estudo sobre o estado da arte da extinção e deteção automática de incêndio, ao desenvolvimento de uma ferramenta de *software* de apoio a projetos de extinção por agentes gasosos, como também à realização de um estudo e uma análise da proteção contra incêndios em *Data Centers* com especial foco sobre o estado da arte dos sistemas automáticos de deteção e extinção utilizados nestas instalações, culminando com a elaboração de um estudo de caso de projeto de um *Data Center* em que pretende-se dotar o edifício, com uma solução capaz de proteger, não só os bens materiais mas como também vidas humanas. Têm especial enfoque os compartimentos onde o SAEI foi dimensionamento, utilizando o azoto como gás de extinção.

1.3. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

No Capítulo 1 é apresentada uma contextualização da temática deste relatório incluindo os objetivos propostos. No capítulo seguinte, 2, é apresentada uma breve descrição da empresa onde pude elaborar este relatório, a *Siemens*, onde um pouco da sua história ao longo do tempo é relatada com especial foco na *Siemens Portugal*. No Capítulo 3 é abordado o fenómeno do fogo, descrevendo como este pode ser originado e as suas consequências para a vida humana e bens materiais. No seguinte capítulo, 4, é abordada com especial incidência nos SADI e SAEI, a regulamentação nacional referente a esta temática, efetuando um abordagem sobre a sua evolução ao longo do tempo até à regulamentação em vigor. As normas nacionais e internacionais também merecem destaque neste capítulo, onde também as normas da *National Fire Protection Association* (NFPA) merecem destaque.

Para o desenvolvimento deste trabalho é importante a caracterização dos SADI e SAEI, esta caracterização é efetuada nos Capítulo 5 e 6, onde técnicas, tecnologias destes sistemas são descritas. Nos Capítulo 7 e 8, os aspetos gerais de um SADI e SAEI por gases inertes são abordados. Nestes capítulos é efetuada uma descrição de como deve ser efetuado um projeto destes sistemas, o que inclui, a escolha do tipo de detetores, onde e como devem ser instalados, o dimensionamento de um sistema de extinção com gases inertes (quantidade de gás, número de cilindros, tubagens e número de difusores). Por último no Capítulo 8 é descrita a ferramenta automática de cálculo de um sistema de extinção por gases inertes, ferramenta que tem por base todos os parâmetros descritos neste mesmo capítulo.

O Capítulo 10 faz referência ao tipo de instalação que objeto de estudo neste trabalho, os *Data Centers*, onde as suas características são mencionadas juntamente com o tipo de aplicação, empresarial e pessoal com o uso das *Clouds*. O tipo de riscos associados, os sistemas passivos e ativos de segurança contra incêndio e os sistemas de deteção e extinção de incêndio mais adequados são referidos neste capítulo. No Capítulo 11, é elaborado um estudo de caso de um *Data Center*, onde foi elaborado um projeto de licenciamento de um SADI e SAEI, todas as escolhas foram devidamente justificadas e também as normas e regulamentos aplicáveis foram cumpridos. Por último, no Capítulo 12, são reunidas as principais conclusões deste trabalho.

2. SIEMENS

2.1. GENERALIDADES

A Siemens foi fundada em Outubro de 1847 na cidade de Berlim na Alemanha por *Werner von Siemens* e *Johann Georg Halske*, tendo como nome inicial *Telegraphen-Bauanstalt von Siemens & Halske*. A empresa nasceu devido à criação, por parte do seu criador *Werner von Siemens*, do telégrafo de ponteiro. Durante décadas a venda e produção de telégrafos em conjunto com as suas linhas de transmissão foram os impulsionadores económicos da empresa. Um dos grandes exemplos é a construção da linha de telégrafo da Irlanda até á costa Norte Americana em 1874 [29].

A Figura 1 ilustra o fundador da Siemens juntamente com o telégrafo de ponteiro que foi desenvolvido.

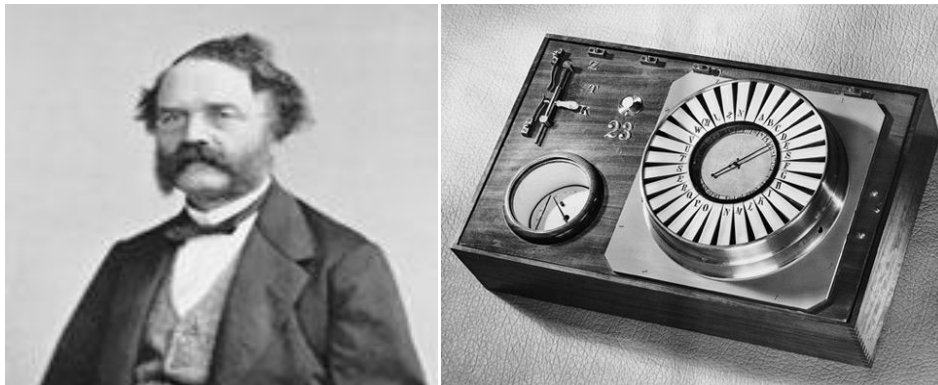


Figura 1. Werner von Siemens e o Telégrafo de ponteiro [29]

Outros exemplos importantes da expansão e inovação da Siemens [29]:

- Em 1879, a primeira linha ferroviária elétrica com alimentação externa;
- Na segunda metade do século XIX, *Werner von Siemens*, construiu o primeiro carro elétrico;
- Em 1882, apresentou a primeira lâmpada incandescente com filamento metálico;
- 1925, Eletrificação da Irlanda. Este projeto teve como grande objetivo a construção a construção da hidroelétrica em *Aardnacrusa*.
- Construção da central *Heizkraftwer Reuter* em Berlin com 224 MW de potência;
- 1958, o primeiro *pacemaker* num paciente com problemas cardíacos;
- Primeira transmissão de corrente contínua em alta tensão, em 1978, de Cabora Bassa (Moçambique) até à África do Sul;
- 1978, primeira ressonância magnética na Universidade de Medicina em Hannover;
- O primeiro telemóvel com ecrã a cores, em 1997.

Ao longo dos seus 167 anos de existência, a empresa sofreu várias modificações até chegar à estrutura que hoje e imagem que hoje residem [29].

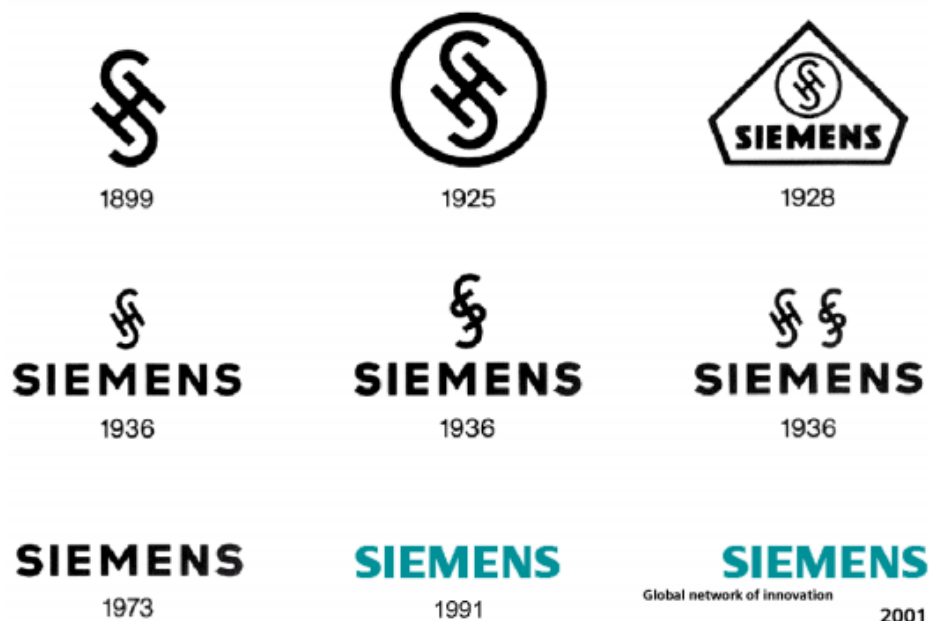


Figura 2. Evolução do logotipo da Siemens [29]

Tendo 167 anos de existência a Siemens conta com quase 400 mil colaboradores em todo o mundo, estando presente em 190 países. Os seus valores são a Responsabilidade, Excelência e Inovação [1].

2.2. SETORES DE ATIVIDADE

Atualmente empresa está dividida em quatro grandes setores de atividade: Infraestruturas & Cidades, Energia, Saúde e Indústria [1].

- **Infraestruturas & Cidades** – Contém um portefólio de soluções de mobilidade, sistemas de segurança, automação de edifícios, equipamentos para distribuição de energia, produtos de baixa e média tensão e aplicações para *smart grids*. Destacando-se as divisões:
 - *Building Technologies*;
 - *Smart Grids*;
 - *Low and Medium Voltage*;
 - *Mobility and Logistics*;
 - *Rail Systems*.
- **Indústria** – Este setor é um dos principais fornecedores de soluções e produtos ecológicos e inovadores para a indústria. A empresa detém um vasto e diversificado

portefólio, que permite que os processos industriais sejam mais eficazes, produtivos e eficientes. Este setor de atividade é composto pelas seguintes divisões:

- *Industry Automation;*
- *Drive Technologies;*
- *Customer Service.*
- **Energia** – Este setor oferece uma vasta gama de produtos, serviços e soluções para a produção e transporte de energia, assim como para a extração, e transporte de gás. As divisões que compõem este setor de atividade são:
 - *Production and Service;*
 - *Transmission.*
- **Saúde** – Com o sentido de melhorar os cuidados de saúde por todo o mundo, a Siemens desenvolve equipamentos médicos, soluções para a saúde e testes de laboratório. Este setor de atividade é composto pelos seguintes divisões:
 - *Clinical Products;*
 - *Diagnostics;*
 - *Imaging & Therapy/Systems.*

2.3. SIEMENS PORTUGAL

A primeira referência referente a um fornecimento da Siemens em Portugal é de 1876. Sendo que só em 1905 existiu a instalação da primeira sucursal portuguesa da então designada *Siemens-Schuckert*, mantendo desde então uma presença ativa no mercado nacional. Com o objetivo de garantir um constante desenvolvimento na inovação, na qualidade e na formação profissional a Siemens deu um contributo decisivo para a sociedade portuguesa, fundamentalmente através da modernização das infraestruturas e do tecido empresarial do país [2]. Tendo instalações em Alfragide (Sede) e Freixieiro a Siemens SA emprega mais de mil colaboradores em Portugal, contribuindo para isso também as fábricas de transformadores em Sabugo, a fábrica de quadros elétricos em Corroios e os 13 centros de competências dividido entre as instalações de Alfragide e Freixieiro.

Os referidos centros de competências operam nas áreas da energia, infraestruturas, saúde e serviços partilhados, estão relacionados com importantes áreas de inovação, nas quais ase empregam cerca de 40% dos colaboradores da Siemens SA [2].

De salientar que Portugal aparece como um dos trinta países líderes do grupo, responsáveis por 85% da faturação Siemens a nível internacional.

2.4. FIRE SAFETY AND SECURITY

Este trabalho foi realizado nas instalações da Siemens SA, no Freixieiro, na divisão *Building Technologies – Fire Safety and Security*.



Figura 3. Instalações da Siemens SA no Freixieiro

Este setor de atividade é responsável pelo projeto de execução de alguns dos principais projetos existentes no nosso país ao nível da Segurança Contra Incêndios em Edifícios (SCIE) e segurança, seja pela instalação de Sistemas Automáticos de Detecção de Gases (SADG), Sistemas Automáticos de Controlo de Acessos (SACA), Sistemas Automáticos de Detecção de Intrusão e Roubo (SADIR) e de Circuitos Fechados de Televisão (CFTV).

Alguns dos projetos de segurança efetuados por esta divisão ao longo dos anos:

- Aeroporto Sá Carneiro e Aeroporto de Lisboa;
- Estádios para o Euro 2004 em Portugal (Estádio do Dragão, Estádio da Luz, Estádio de Braga, etc.);
- Vários centros comerciais de norte a sul do país;
- Hospital de Braga;
- *Data Center* da Portugal Telecom – projeto de SADI;
- Entre outras.

Por isso é possível observar o vasto currículo desta divisão e que esta conta com uma vasta experiência na execução de projetos de segurança. Para isso muito favorece a vasta oferta tecnológica de equipamentos que possui, que garante aos projetistas de SCIE uma escolha fiável e segura em equipamentos de segurança.

3. O FENÓMENO DO FOGO

3.1. GENERALIDADES

Uma das maiores conquistas da humanidade foi a descoberta do fogo. O seu domínio permitiu ao ser humano uma melhor qualidade de vida, uma melhor alimentação, o seu aquecimento e a construção de utensílios para o seu quotidiano.

Sendo o fogo muito importante para o homem, os incêndios por outro lado, são dispensáveis como também devem ser evitados e combatidos. O incêndio não é mais do que um fogo não controlado, que é extremamente perigoso e prejudicial aos seres vivos, às estruturas e bens materiais [7]. As consequências ambientais, que muitas vezes não são visíveis no momento, no caso da poluição atmosférica por parte dos gases tóxicos provocados pela combustão, a contaminação das águas e dos solos, são um dos exemplos dos danos que um incêndio pode provocar.

Por outro lado, e não menos importante, a proteção de pessoas e bens a este fenómeno tem uma elevada importância. A legislação e a regulamentação aplicável á construção dos edifícios, têm cada vez mais em conta a elevada importância da proteção contra incêndios, levando a que equipamentos de deteção e extinção sejam instalados nos mesmos de modo a que acontecimentos trágicos como verificados no passado não sejam repetidos.

Resumidamente apresentam-se alguns desses acontecimentos trágicos que decorreram ao longo da história.

- **Ano 64, Grande Incêndio de Roma.** Segundo historiadores, este grande incêndio deflagrou durante 6 dias e grande parte dos catorze distritos de Roma foram afetados por este incêndio. Até aos dias de hoje, as causas deste incêndio são desconhecidas. A quando da reconstrução da cidade o seu imperador ordenou que fossem criados regulamentos que exigiam materiais à prova de fogo a serem aplicados nas paredes externas das habitações. Sendo este o primeiro registo do uso de conhecimentos aplicado à Segurança Contra Incêndio em Edifícios (SCIE) [12].
- **1657, Grande Incêndio de Meireki em Tóquio, Japão.** Cerca de 60 a 70% da capital japonesa foi destruída. Durou três dias, segundo os registos, tendo dizimado cerca de metade da população. As construções em papel e madeira precárias, típicas das cidades japonesas da época, o difícil acesso e espaço reduzido entre edifícios foram as principais causas desta propagação rápida do fogo. A cidade demorou cerca de dois anos e meio a ser reconstruída, levando a cabo planos que ajudassem a conter futuros incêndios [12].
- **1835, Nova Iorque.** Um dos mais graves incêndios da história da cidade. Grande parte das lojas eram novas e possuíam telhados de cobre com portadas e janelas em ferro, que devido às elevadas temperaturas causadas pelo fogo, fez com que estes materiais derretessem e caíssem em forma de gotas. Este registo deu importância à temática da resistência dos materiais de construção [12].
- **Durante a segunda metade do século XIX,** nas indústrias de papel e têxtil dos EUA ocorreram graves incêndios. O facto de nestas instalações ser muito difícil a intervenção normal dos bombeiros, devido à rápida combustão do material, levou a que a solução encontrada passa-se pela instalação de tubos perfurados no teto operados manualmente na ocorrência de incêndio, constituindo assim uma das primeiras soluções de sistemas fixos de extinção, levando ao desenvolvimento dos *sprinkler* [12].
- **1988, Chiado – Lisboa, Portugal.** Um dos incêndios mais marcantes do nosso país, destruindo parte do comércio da Baixa de Lisboa. O facto de a rua ser reservada a peões, pequena distância entre fachadas, impossibilitou a entrada de carros de bombeiros para o combate do incêndio, levando à destruição de lojas e escritórios e edifícios [12].

Estes são apenas alguns dos acontecimentos históricos que ajudaram ao desenvolvimento da SCIE, levando esta temática a ter maior importância, ao nível de estudo e implementação de medidas, na proteção dos edifícios e das pessoas.

As causas do incêndio também têm uma grande importância na SCIE. Estas podem ser naturais, quando o incêndio é causado por descargas elétricas e representam uma pequena percentagem da totalidade dos incêndios registados. Sendo que a maior percentagem recai sobre as causas humanas [7]. As fontes de ignição de um incêndio podem ser:

- Térmica: Associadas à radiação solar, motores de combustão interna, ao ato de fumar, entre outros;
- Origem elétrica: Aparelhos defeituosos ou mal utilizados, arcos elétricos por manobra dos equipamentos e eletricidade estática;
- Origem mecânica: Sobreaquecimento devido à fricção mecânica, entre outros;
- Origem química: Reações exotérmicas, combustão espontânea, e reação de substâncias auto-oxidantes.

Os incêndios podem ocorrer em qualquer lugar, desde edifícios urbanos, passando por meios de transporte, aeronaves, instalações industriais e também em zonas florestais. A Tabela 1 ilustra alguns dados relativos a incêndios ocorridos em edifícios de vários tipos de utilização, em 2010, em Portugal, registados pela Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC).

Tabela 1. Registo de Ocorrências 2010 [10]

Tipo de Edifício	Número de Incêndios Registados
Habitação	7439
Estacionamento	55
Serviços	235
Escolar	161
Hospitalar	88
Espetáculo	69
Hotelaria	448
Comercial	290
Cultural	23
Oficina/Indústria/Armazém	1237
Total	<u>10045</u>

Observando os dados na Tabela 1 e todos os fatores mencionados anteriormente, torna-se claro que são necessárias medidas de prevenção e de detecção bastantes rígidas para que quando surja um incêndio a sua detecção seja o mais célere possível e no caso de deflagração seja possível extingui-lo, ou contê-lo, da maneira rápida e segura antes da intervenção humana.

3.2. A QUÍMICA DO FOGO

O fogo é uma reação química de oxidação-redução com grande libertação de energia, uma reação exotérmica com libertação de calor e luz [7]. Como qualquer reação química, o fogo só existe na presença dos respectivos reagentes, combustível e comburente.

Quando os reagentes estiverem a uma temperatura elevada, o fogo é originado, deflagrando apenas quando o material combustível é aquecido até à sua temperatura de ignição na presença do comburente. Iniciada a combustão o calor gerado vai aquecer mais o material combustível e o fogo propaga-se, mas quando este passa dos limites, ou seja, fora do controlo passa a ser um incêndio acarretando consigo todas as consequências dramáticas que lhe conhecemos. De realçar, que removendo um dos componentes essenciais do fogo para que a reação química cesse. Os produtos resultantes da combustão ou queima, principalmente vapor de água e dióxido de carbono, estão sujeitos a altas temperaturas devido ao calor libertado pela reação química e emitem luz visível [8]. Sendo o resultado uma mistura de gases que emitem energia luminosa, denominada por chama. A chama faz parte da reação em cadeia deste fenómeno, terminando apenas quando todos os gases combustíveis sejam libertados pelo material combustível.

3.3. TRIÂNGULO E TETRAEDRO DO FOGO

Como já foi mencionado o fogo resulta da ativação de um elemento combustível que na presença de um comburente (por exemplo o oxigénio) é aquecido até à sua temperatura de ignição, ou através de uma fonte de ignição e na presença de um comburente. A forma mais simples de traduzir o processo de combustão de um elemento é através do chamado Triângulo do Fogo.

A Figura 4 mostra o Triângulo de Fogo.

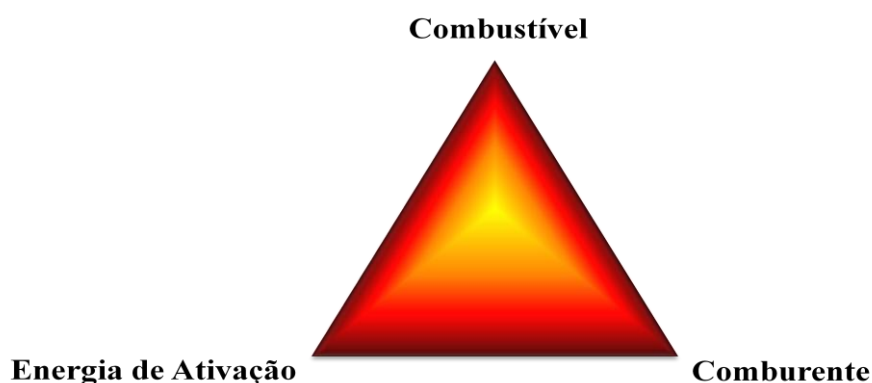


Figura 4. Triângulo do Fogo

O combustível é a substância que se pode queimar, que entra em combustão, podendo ser sólido, líquido ou gasoso. Pelo facto de o combustível se poder encontrar em três estados de matéria diferente, faz com que as características do fogo variem de forma aleatória, no entanto é possível sistematizar algumas delas:

- Condutividade térmica, ou seja, a capacidade do material combustível produzir calor;
- Estado de divisão, que influencia a capacidade de um corpo em arder;
- Densidade, permite o conhecimento da miscibilidade entre combustíveis e comburentes;
- Miscibilidade, só no caso dos combustíveis líquidos, tendência para libertar vapores;
- Temperaturas características [7].

Esta última, é uma propriedade muito importante pois está diretamente ligada à presença de uma fonte de calor que pode aumentar a temperatura de um combustível de um valor baixo até um valor elevado. Existem três temperaturas características:

- Temperatura de inflamação – temperatura mínima a que uma substância emite vapores combustíveis em quantidade suficiente para formar uma mistura, em conjunto com o

comburente, que através de uma fonte de ativação se possa inflamar, extinguindo-se depois por falta de vapores combustíveis.

- Temperatura de combustão – Aplica-se o mesmo princípio da temperatura de inflamação, mas agora os vapores combustíveis emitidos pela substância são em quantidade suficiente para que a mistura arda continuamente.
- Temperatura de ignição – Temperatura mínima à qual os vapores libertados pelo material combustível se autoinflamam, não existe energia de ativação, havendo por isso uma combustão espontânea [7].

O comburente, normalmente o oxigénio, é o elemento que alimenta a reação química, cuja concentração percentual no ar é cerca de 21,5%, se esta percentagem baixar para valores inferiores a 14%, deixa de ser possível a combustão [11].

A energia de ativação é a energia mínima necessária para que a reação seja iniciada, ou seja, o calor necessário para que o material entre em combustão.

No entanto, a sustentabilidade desta reação está dependente de um elemento fundamental, a reação em cadeia. O desenvolvimento desta reação está associado à formação de radicais livres, que têm como objetivo a transmissão de energia química gerada pela reação, que se transformará em energia calorífica decompondo as moléculas e promovendo a propagação do fogo. Este elemento acrescentou uma terceira dimensão ao anterior conceito, o Triângulo de Fogo, surgindo então o Tetraedro do Fogo,

A Figura 5 mostra o Tetraedro de Fogo.

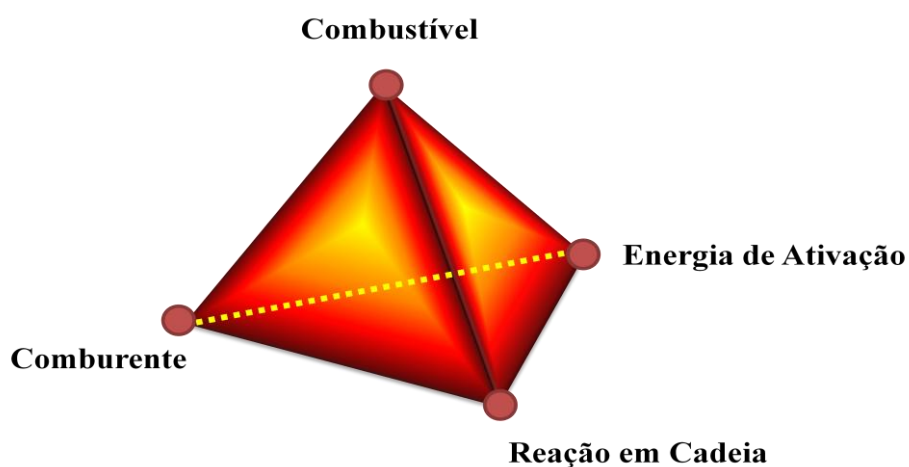


Figura 5. Tetraedro do Fogo

A extinção do fogo é dada com a anulação de apenas um destes elementos demonstrados na Figura 5.

- A combustão do material cessará quando todo o material for consumido pelo fogo ou removido;
- A concentração do comburente, oxigénio, seja reduzida a um nível em que não seja possível a combustão do material;
- O material combustível seja colocado a uma temperatura inferior à de combustão;
- Caso exista interrupção da reação em cadeia a combustão deixará de existir.

Os métodos de controlo, prevenção, deteção ou extinção baseiam-se em um ou vários destes princípios mencionados.

3.4. FASES DE DESENVOLVIMENTO DE UM INCÊNDIO

O desenvolvimento de um incêndio pode ser descrito pelas seguintes fases [8]:

- Ignição;
- Propagação;
- Combustão generalizada;
- Combustão contínua;
- Declínio ou fase de extinção.

A primeira fase já foi descrita anteriormente, é necessário a presença dos quatro elementos. Assim dá-se início à fase de ignição e estão reunidas as condições normais para o aparecimento de chamas, ou seja, a fase de produção de chamas.

Depois disto o incêndio desenvolve-se em função do combustível presente no local, libertando calor das chamas, fumos e gases quentes que são favoráveis à ignição de mais combustível, entrando assim na fase de propagação. Nesta fase é necessária a presença de comburente suficiente, com ajuda de alguma ventilação no local. A energia térmica transferida pelo incêndio, dá origem a uma súbita inflamação dos gases e generalização do incêndio, este fenómeno ocorre geralmente entre os 450°C e os 600°C, dando-se um grande aumento de temperatura no local. A propagação depende de muitos fatores como por exemplo, a natureza do combustível, geometria do espaço, revestimentos, temperatura exterior, entre outros [3].

Na sua fase de desenvolvimento, dá-se a combustão generalizada do material combustível e a sua duração vai depender do potencial calorífico do local. A temperatura aumenta rapidamente, podendo atingir os 800°C ou 1000°C, dependendo da carga calorífica presente no local [3]. Por fim, a fase de declínio, existindo uma diminuição de temperatura, da produção de fumos e chamas, ocorre normalmente após o consumo total do combustível.

De referir que nem todos os incêndios passam por todas estas fases, porque se forem detetados numa fase inicial, permitem a intervenção dos bombeiros, ou no caso de existirem, dos sistemas de extinção presentes na instalação. A Figura 6, mostra as fases de desenvolvimento de um incêndio.

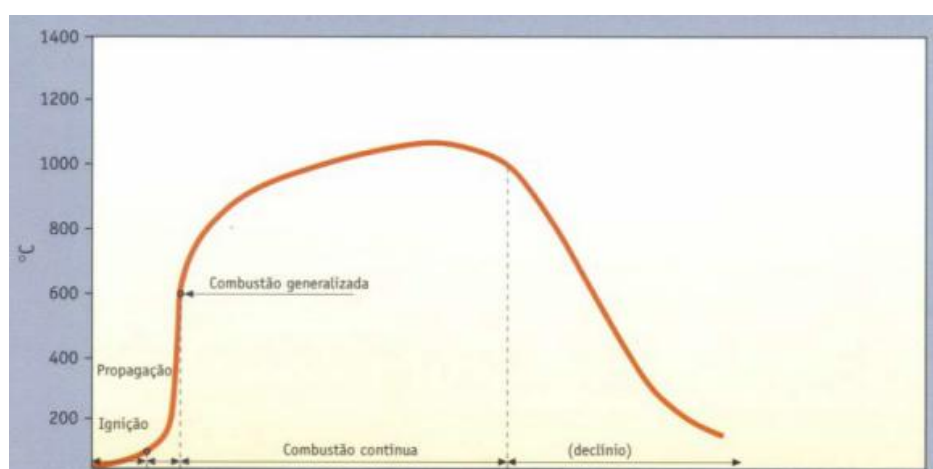


Figura 6. Fases de Desenvolvimento de um incêndio [8]

3.5. CLASSES DE FOGO

Segundo a Norma Portuguesa NP EN 2 de 1993, que classifica os incêndios de acordo com a natureza do combustível, os fogos são divididos em quatro classes. O conhecimento da classe do fogo, ou seja, da natureza do combustível é fundamental para uma escolha acertada do agente extintor e assim possuir uma maior eficácia no momento da extinção.

As quatro classes de fogo, de acordo com a NP EN 2, são as seguintes [4]:

- Classe A – Fogos originados nos materiais sólidos mais comuns de natureza orgânica, como madeira, tecidos, papel e borracha;
- Classe B – Fogos que resultem da combustão de líquidos ou sólidos liquidificáveis como éteres, álcoois, vernizes, gasolinas, gasóleos, etc;
- Classe C – Fogos que resultem da combustão de gases;

- Classe D – Fogos que resultam da combustão de metais, por exemplo, potássio, magnésio, sódio, etc.

Esta é a classificação portuguesa, mas por exemplo, normas internacionais como as americanas possuem igualmente quatro classes de fogo, mas agrupam os fogos de líquidos e gasosos numa única classe e atribuem uma classificação aos fogos de origem elétrica [8].

3.6. PROPAGAÇÃO DE UM INCÊNDIO

A propagação de um incêndio, ou da sua energia de combustão, faz com que seja possível uma maior quantidade de combustível entrar em combustão, ou seja, aumenta a dimensão do incêndio. Esta energia é propagada pelos diferentes locais devido a três formas distintas:

- **Radiação:** A energia é transportada de forma omnidirecional, não existe meio material para que esta se propague. A propagação é feita pelo espaço e em todas as direções, como ilustra a Figura 7. Ao encontrar um corpo opaco, esta energia transforma-se em calor, aquecendo-o.



Figura 7. Propagação por Radiação [7]

- **Condução:** Ocorre sempre do ponto com maior potencial energético, maior temperatura, para um de menos potencial, menor temperatura. Quanto melhor for o condutor, melhor e mais rápida será a transferência. Nos edifícios este tipo de propagação verifica-se nos pilares e vigas de metal e também nas paredes. A Figura 8 mostra a propagação de um incêndio por condução.

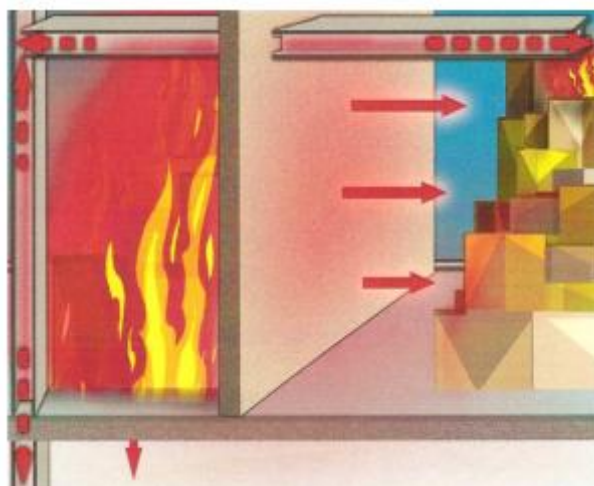


Figura 8. Propagação por Condução [7]

- **Convecção:** Energia transportada por correntes dos gases aquecidos. Por o ar quente ser mais leve do que o ar frio, estas correntes tendem a subir até ao topo dos edifícios, circulando por condutas de ventilação, corredores, caixas de elevadores, como também pelas fachadas. A Figura 9 ilustra a transferência de calor por convecção.



Figura 9. Propagação por Convecção [7]

3.7. PRODUTOS RESULTANTES DA COMBUSTÃO

Os produtos que normalmente resultam do processo de combustão são [9]:

- Calor;
- Chama;
- Gases de Pirólise;
- Fumos;
- Cinzas.

O que mais interessa nesta secção é mencionar os fumos tóxicos libertados pela combustão de materiais, pois estes são perigosos para o meio ambiente e para os seres vivos. Dados estatísticos revelam que são maiores as mortes por inalação de gases tóxicos provenientes da combustão do que por queimaduras ou desabamentos de edifícios.

O fumo é originado pela incompleta combustão dos materiais, apresentando uma cor mais branca ou mais escura, dependendo da quantidade de comburente existente. Resumindo, quanto mais comburente existir mais branco será o fumo, se o fumo originado for de cor mais escura é sinal que existe pouco acesso a um comburente no processo de combustão [7].

Alguns dos gases tóxicos libertados pela combustão:

Monóxido e Dióxido de Carbono (CO e CO₂) – Resultam da combustão de matéria orgânica. O CO é um gás asfixiante que impossibilita o transporte de oxigénio e o CO₂ apesar de se encontrar na atmosfera é também um gás tóxico quando atinge determinadas concentrações. Os efeitos para o ser humano estão representados nas tabelas seguintes [7], [9]. Os efeitos do CO e CO₂ estão apresentados na Tabela 2 e Tabela 3, respetivamente.

Tabela 2. Efeitos do CO em função da concentração e duração da exposição [9]

Concentração de CO (ppm)	Duração da Exposição (horas)	Efeitos
50	8	Nenhuns
200	2	Ligeiros
1000	1	Graves
10000	1 minuto	Morte Rápida

Tabela 3. Efeitos do CO₂ em função da concentração e duração da exposição [7]

Concentração de CO ₂ (ppm)	Duração da Exposição	Efeitos
1000 a 1500	-	Admissível por várias horas
3500 a 4000	30 minutos	Perigoso
60000 a 70000	-	Morte

- **Ácido Cianídrico (HCN)** – Proveniente de fibras acrílicas é também responsável pela libertação de amoníaco [7]. A sua presença na atmosfera pode ser muito perigosa para as pessoas que respirem onde a sua concentração é elevada, se for superior a 300 mg por m³ representa um perigo de morte rápida.
- **Ácido Clorídrico (HCl)** – Resulta da queima de materiais que contenham cloreto de polivinilo (PVC). A Tabela 4 mostra os efeitos do HCl.

Tabela 4. Efeitos do HCl em função da concentração e duração da exposição [7]

Concentração de HCl (ppm)	Duração da Exposição (horas)	Efeitos
10	8	Nenhuns
35	1	Graves
10000	1 minuto	Morte Rápida

4. LEGISLAÇÃO, NORMAS E REGULAMENTAÇÃO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS

4.1. GENERALIDADES

A segurança, prevenção contra incêndios e as medidas de atuação em caso de deflagração, sempre foram uma preocupação a nível mundial, existindo a necessidade de criar normas, leis e documentos técnicos que apresentassem soluções para esta temática. A criação destes documentos tem como objetivo reduzir a probabilidade de ocorrência de um incêndio, minimizando os seus efeitos, garantir uma evacuação segura e o salvamento dos ocupantes dos edifícios, facilitar a atuação e combate eficaz por parte dos bombeiros e proteger bens materiais.

Em Portugal, a regulamentação contra incêndios tem início em 1951 com a entrada em vigor do Regulamento Geral das edificações Urbanas (RGEU). Ao longo dos anos a publicação de diversos decretos-lei, portarias, e decretos regulamentares, colmataram algumas lacunas presentes no RGEU, tendo posteriormente sido revogado. Porém, o conjunto de diplomas que

foram sendo publicados, eram pouco completos, dispersos, de conteúdo pouco objetivo, demasiado repetitivos, volumosos e de manuseamento complicado. Tudo isto tinha a consequência de a tornar de interpretação excessivamente problemática, pois o variado número de textos existentes, não raras vezes, apresentavam soluções divergentes. Seguidamente é apresentada a evolução do corpo legislativo na proteção contra incêndios em edifícios [5].

- **Decreto-Lei n.º 38382:** Regulamento Geral das Edificações Urbanas de 7 de Agosto 1951, particularmente o Título V – Condições especiais relativas à segurança de edificações, Capítulo III – Segurança contra incêndios. O início de toda a estrutura de leis de proteção contra incêndio em edifícios parte deste documento;
- **Decreto-Lei n.º 64/90 de 21 de Fevereiro:** Aprova o regime de proteção contra incêndios em edifícios de habitação e tinha como objetivo definir as condições que os edifícios de habitação deveriam satisfazer, com vista a limitar o risco de ocorrência de incêndio, facilitar a evacuação dos ocupantes e favorecer a intervenção dos bombeiros. Revogando assim, relativamente a este tipo de edifícios, o Capítulo III do Título V do Decreto-Lei n.º 38382;
- **Decreto-Lei n.º 426/89 de 6 de Dezembro:** Medidas cautelares de segurança contra riscos de incêndio em centros urbanos antigos, Que contém disposições genéricas nas ações a realizar neste tipo de instalações de modo a reduzir o risco de eclosão de incêndio, a limitação da propagação, a facilitar a evacuação de pessoas e a intervenção dos bombeiros;
- **Decreto-Lei n.º 66/95 de 8 de Abril:** Aprova o regulamento de segurança contra incêndio em parques de estacionamento cobertos. Este documento veio estabelecer as medidas de segurança contra incêndio a serem implementadas nos parques de estacionamento cobertos que ocupem apenas uma parte do edifício. Revogou algumas disposições que constavam no Decreto-Lei n.º 64/90;
- **Decreto-Lei n.º 315/95 de 15 de Dezembro:** Regulamento para as condições técnicas e de segurança dos recintos de espetáculos e de divertimentos públicos;
- **Decreto-Lei n.º 309/2002 de 16 de Dezembro:** Regulamenta a instalação e funcionamento dos recintos de espetáculos e divertimentos públicos e revogou alguns dos artigos do Decreto-Lei n.º 315/95 na parte relativa aos recintos de espetáculos e divertimentos públicos;

- **Decreto-Lei n.º 65/97 de 31 de Março:** Relativo à instalação e funcionamento dos recintos de diversão aquáticas. Revogou os artigos 57.º e 260.º do Regulamento das Condições Técnicas e de Segurança dos Recintos de Espetáculos e Divertimentos Públicos anexo ao Decreto Regulamentar n.º34/95;
- **Decreto-Lei n.º 167/97 de 4 de Julho:** Regime jurídico dos empreendimentos turísticos que depois foi retificado pelo Decreto-Lei n.º305/99 de 6 de Agosto e o Decreto-Lei n.º 05/2002 de 11 de Março;
- **Portaria n.º 1063/97:** De acordo com o n.º3 do artigo n.º 21 do Decreto-Lei n.º 167/97 e do Decreto-Lei n.º 168/97, aprovou as medidas de segurança aplicadas na construção, instalação e funcionamento dos empreendimentos turísticos e dos estabelecimentos de restauração e bebidas;
- **Decreto-Lei n.º 168/97 de 4 de Julho:** Aprova o regime jurídico da instalação e do funcionamento dos estabelecimentos de restauração e bebidas;
- **Decreto-Lei n.º 317/97 de 25 de Novembro:** Regime de instalação e funcionamento de instalações desportivas;
- **Decreto Regulamentar n.º 10/2001 de 7 de Junho:** aprovou o regulamento das condições técnicas de segurança nas instalações desportivas;
- **Portaria n.º 1063/97:** Aprova as medidas de segurança contra riscos de incêndio nos empreendimentos turísticos e estabelecimentos de restauração e bebidas;
- **Decreto-Lei n.º 409/98 de 23 de Dezembro:** Regulamento de segurança contra incêndio em edifícios tipo hospitalar, revogando as disposições do Capítulo III do título V do Decreto-Lei 38382;
- **Portaria n.º 1275/2002:** Aprova as normas de segurança contra incêndio a observar na exploração de estabelecimentos do tipo hospitalar de acordo com o Decreto-Lei n.º 409/98;
- **Decreto-Lei n.º 410/98 de 23 de Dezembro:** Regulamento de segurança contra incêndio em edifícios administrativos. E relativamente a este tipo de edifícios revogou as disposições do Capítulo III do título V do Decreto-Lei 38382;
- **Portaria n.º 1276/2002:** Aprova as normas de segurança contra incêndio a observar na exploração de estabelecimentos do tipo administrativo de acordo com o Decreto-Lei n.º 410/98;

- **Decreto-Lei n.º 414/98 de 31 de Dezembro:** Regulamento de segurança contra incêndio em edifícios escolares, Revogando assim as disposições do Capítulo III do Decreto-Lei 38382;
- **Portaria n.º 1444/2002:** Aprova normas de segurança contra incêndio a observar na exploração de estabelecimentos escolares de acordo com o Decreto-Lei n.º 414/98;
- **Decreto-Lei n.º 368/99 de 18 de Setembro:** Aprova o regime de proteção contra riscos de incêndio em estabelecimentos comerciais com área igual ou superior a 300 m² ou de substâncias perigosas independentemente da área;
- **Portaria n.º 1299/2001:** Aprova as medidas de segurança contra incêndio a observar nos estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços com área inferior a 300 m², deu cumprimento ao estabelecido no artigo n.º4 do Decreto-Lei n.º 368/99;
- **Decreto-Lei n.º139/2002 de 17 de Maio:** Regulamento da segurança nas instalações de fabrico e armazenagem de produtos explosivos; Este Regulamento revogou o Decreto-Lei n.º 142/79, de 23 de Maio, a Portaria n.º 29/74, de 16 de Janeiro, a Portaria n.º 831/82, de 1 de Setembro e a Portaria n.º 506/85, de 25 de Julho;
- **Decreto-Lei n.º85/05 de 23 de Maio:** Define normas relativas à emissão de alvarás e licenças para estabelecimentos de fabrico e armazenamento de materiais explosivos. Os artigos 2.º e 3.º, bem como o n.º1 do artigo 3.º e o n.º 2 do artigo 12.º do Decreto-Lei 139/2002 de 17 de Maio foram revogados;

O novo regime jurídico em vigor passa pelo Decreto – Lei n.º220/2008 de 12 de Novembro, Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndio em Edifícios (RJ-SCIE). A criação deste documento foi facilitada com a criação do Serviço Nacional de Bombeiros e Proteção Civil e posteriormente da ANPC, que atua na área de segurança contra incêndio em edifícios, com competência para propor medidas legislativas e regulamentares necessárias [13].

Aproveitou-se também para adotar, no novo regime jurídico, o conteúdo das Decisões da Comissão das Comunidades Europeias nos regulamentos 2000/367/CE e 2003/629/CE respeitantes ao sistema de classificação da resistência ao fogo, bem como nos 2000/147/CE e 2003/632/CE relativas à classificação da reação ao fogo de produtos de construção. Podendo assim criar o Regulamento Geral, bem estruturado e harmonioso, elaborado pela mesma entidade e que tem uma aplicação centrada para cada utilização-tipo de edifícios [13].

Atualmente, o corpo legislativo referente a esta temática é constituído pelos seguintes documentos:

- **Decreto-Lei n.º 220/2008 de 12 de Novembro:** estabelece o Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndio em Edifícios (RJ-SCIE). Este documento engloba as disposições regulamentares de SCIE aplicáveis a todos os edifícios e recintos. Considera não apenas os edifícios de utilização exclusiva, mas também de ocupação mista;
- **Portaria n.º 1532/2008 de 12 de Dezembro de 2008:** aprova o Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios (RT-SCIE). Nesta portaria é regulamentado as disposições técnicas gerais e específicas de SCIE referentes às condições exteriores comuns, às condições de comportamento ao fogo, isolamento e proteção, às condições de evacuação, às condições das instalações técnicas, às condições dos equipamentos e sistemas de segurança e às condições de autoproteção;
- **Despacho n.º 2074/2009:** Despacho do Presidente da Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC), conforme previsto no n.º 4 do artigo 12.º do Decreto-Lei n.º 220/2008 de 12 de novembro: Critérios técnicos para determinação da densidade de carga de incêndio modificada. Define os critérios técnicos para determinação da densidade de carga de incêndio modificada, de acordo com as alíneas g) e h) do n.º 2 do artigo 12.º RJ-SCIE;
- **Portaria n.º 64/2009:** Estabelece o regime de credenciação de entidades pela ANPC para a emissão de pareceres, realização de vistorias e de inspeções das condições de SCIE;
- **Portaria n.º 610/2009:** Regulamenta o funcionamento do sistema informático previsto no n.º 2 do artigo 32.º do Decreto -Lei n.º 220/2008, de 12 de Novembro;
- **Portaria n.º 773/2009:** Define o procedimento de registo, na ANPC, das entidades que exerçam a atividade de comercialização, instalação e ou manutenção de produtos e equipamentos de SCIE, ou seja, define os diversos requisitos necessários ao registo nacional das entidades, incluindo o requisito da capacidade técnica, determinando as condições de qualificação profissional, com base na experiência e formação dos seus técnicos responsáveis. Pretende-se que o registo permita a identificação das entidades certificadas ao abrigo de um referencial de qualidade específico para a atividade, auditado por uma entidade terceira e independente, já que a certificação constitui a garantia de a comercialização, a instalação e a manutenção de produtos e equipamentos de segurança serem executados por entidades especializadas, com instalações e meios materiais e humanos adequados ao exercício da sua atividade;

- **Portaria n.º 1054/2009:** Define as taxas por serviços de segurança contra incêndio em edifícios prestados pela ANPC;
- **Despacho n.º 10737/2011:** Atualiza o valor das taxas a cobrar pelos serviços de segurança contra incêndio em edifícios prestados pela ANPC;
- **Despacho n.º 10738/2011:** Regulamento para acreditação dos técnicos responsáveis pela comercialização, instalação e manutenção de produtos e equipamentos de SCIE.

Como complemento, foram emitidas pela ANPC as Notas Técnicas (NT) que constituem um elemento fundamental para os autores de projetos de SCIE, têm como objetivo complementar a legislação referida anteriormente e definir de forma clara as exigências de segurança que são necessárias cumprir, bem como pela direção e fiscalização de obra na sua implementação em fase de obra, pelas empresas que comercializem ou executem trabalhos de instalação e manutenção de equipamentos e sistemas de SCIE e pelos responsáveis de segurança dos edifícios e recintos em fase de exploração dos mesmos. Ao todo foram publicadas vinte e duas NT [31]:

- **Nota Técnica n.º01 – Utilizações-Tipo de Edifícios e Recintos** – Desenvolve com maior detalhe os conceitos que são abordados no Artigo 8.º do RJ-SCIE e lista de forma pormenorizada todos os tipos de edifícios, partes de edifícios e recintos que pertencem a cada UT;
- **Nota Técnica n.º02 – Competências e Responsabilidades em SCIE** – Identifica detalhadamente as competências e responsabilidades de cada interveniente, em cada fase do processo construtivo do edifício, define o âmbito da coordenação e conceção dos diversos projetos, da construção e da manutenção das condições de SCIE, bem como a fiscalização das condições de SCIE por parte da ANPC e das entidades credenciadas;
- **Nota Técnica n.º03 – Processos de SCIE** – De acordo com o Artigo 17.º do RJ-SCIE, descreve em detalhe como devem ser instruídos e apresentados os projetos de SCIE e a sua articulação com os projetos de outras especialidades;
- **Nota Técnica n.º04 – Simbologia Gráfica para plantas de SCIE** – Apresenta uma listagem de todos os símbolos gráficos a serem utilizados num projeto de SCIE para que exista uma uniformidade representativa, quer para os autores e coordenadores dos projetos como para as entidades fiscalizadoras;

- **Nota Técnica n.º05 – Locais de Risco** – Em conformidade com os Artigos 10.º e 11.º do RJ-SCIE, define e lista todos os locais de risco indicados no RJ-SCIE mas também nas disposições gerais do RT-SCIE;
- **Nota Técnica n.º06 – Categorias de Risco** – De acordo com os Artigos 12.º e 13.º do RJ-SCIE descreve em maior detalhe a classificação das categorias de risco para cada UT;
- **Nota Técnica n.º07 – Hidrantes Exteriores** – Define as especificações técnicas dos modelos de hidrantes exteriores para que estes cumpram a regulamentação nacional e comunitária;
- **Nota Técnica n.º08 – Grau de Prontidão dos Meios de Socorro** – Define qual tempo de resposta exigido aos meios de socorro e aos meios humanos e materiais no combate a incêndios, para os edifícios da 3ª e 4ª categoria de risco definidos no RT-SCIE;
- **Nota Técnica n.º09 – Sistemas de Proteção Passiva-Selagem de Vãos, Aberturas para Passagem de Cablagens e Conduitas** – Relativa à caracterização dos produtos e métodos associados à resistência ao fogo por parte dos elementos estruturais e de compartimentação;
- **Nota Técnica n.º10 - Sistemas de Proteção Passiva-Portas Resistentes ao Fogo** – Caracteriza e define as condições técnicas a que devem obedecer as portas resistentes ao fogo, ou portas corta-fogo, para cumprirem o RJ-SCIE mas também as decisões Comunitárias;
- **Nota Técnica n.º11 – Sinalização de Emergência** – Lista os sinais específicos exigidos pelo RT-SCIE e indica os critérios gerais que caracterizam os sinais de segurança a aplicar em SCIE;
- **Nota Técnica n.º12 – Sistemas Automáticos de Detecção de Incêndio** – Desenvolve o que é exigido no Capítulo III do Título IV do RT-SCIE, descrevendo todos os conceitos de projeto, configuração, instalação e manutenção de um Sistema Automático de Detecção de Incêndio (SADI);
- **Nota Técnica n.º13 – Redes Secas e Húmidas** – Em caso de falta de normas nacionais, define quais os requisitos e especificações a que deve obedecer a instalação de redes secas e húmidas, para o serviço de incêndios. Sendo esta publicada de acordo com o Despacho n.º 12605/2013 de 3 de Outubro;

- **Nota Técnica n.º14 – Fontes de Abastecimento de Água para Serviço de Incêndio** – Menciona quais os tipos de fontes de alimentação de água permitidas no RT-SCIE. Tendo em consideração as categorias de risco e as consequentes especificações a que estas devem de satisfazer;
- **Nota Técnica n.º15 – Centrais de Bombagem para Serviço de Incêndio** – Na falta de normas nacionais, define quais os requisitos e especificações a que devem de obedecer a instalação de centrais de bombagem para o uso do serviço de incêndios, sendo publicada através do despacho 14903/2013 de 18 de Novembro;
- **Nota Técnica n.º16 – Sistemas Automáticos de Extinção de Incêndio por Água** – Faz uma caracterização dos métodos mais usados, de extinção por água, através dos Sistemas Automáticos de Extinção por água, descrevendo os tipos de equipamentos, conceitos, instalação e manutenção;
- **Nota Técnica n.º17 – Sistemas Automáticos de Extinção por Agentes Gasosos** – Pretende dotar aos projetistas, instaladores e entidades fiscalizadoras de documentação técnica apropriada para o projeto, conceção, manutenção e inspeção destes sistemas;
- **Nota Técnica n.º18 – Sistemas de Cortina de Água** – Descreve a especificidade deste sistema de complementar de compartimentação;
- **Nota Técnica n.º19 – Sistemas Automáticos de Detecção de Gás** – Menciona a configuração, projeto e instalação dos Sistemas Automáticos de Detecção de Gás, com especial atenção para os combustíveis, incluindo o Monóxido de Carbono;
- **Nota Técnica n.º20 – Posto de Segurança** – Carateriza, em cumprimento com o RT-SCIE, as diversas configurações do Posto de Segurança;
- **Nota Técnica n.º21 – Planos de Segurança** – Especifica as características e os requisitos para a elaboração de Planos de Segurança em cumprimento do RT-SCIE no Título VII. Considera estes como a associação dos Registos de Segurança, do Plano de Prevenção e do Plano de Emergência;
- **Nota Técnica n.º22 – Plantas de Emergência** – Carateriza as bases técnicas para se efetuarem as Plantas de Emergência, em suporte digital ou papel, conforme a legislação em vigor, o RJ-SCIE e RT-SCIE.

4.2. DECRETO – LEI N.º202/2008 – REGIME JURÍDICO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS EM EDIFÍCIOS

A criação deste documento veio colmatar muitas das lacunas existentes na anterior legislação, que passavam por a falta de regulamentação para alguns tipos de edifícios, conteúdo de documentos divergentes apresentando lacunas em que se constatou a sua não adequabilidade de aplicação e a desatualização de muitos documentos com a tecnologia existente para este efeito. Este Decreto – Lei está organizado da seguinte forma:

- Capítulo I – Disposições gerais;
- Capítulo II – Caracterização dos edifícios e recintos;
- Capítulo III – Condições de SCIE;
- Capítulo IV – Processo contraordenacional;
- Capítulo V – Disposições finais e transitórias;
- Anexo I – Classes de reação ao fogo para produtos de construção;
- Anexo II – Classes de resistência ao fogo para produtos de construção;
- Anexo III – Quadros relativos às categorias de risco;
- Anexo IV – Elementos do projeto da especialidade de SCIE exigidos;
- Anexo V – Fichas de segurança;
- Anexo VI – Equivalência entre as especificações do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e as Euroclasses.

4.2.1. UTILIZAÇÕES – TIPO DE EDIFÍCIOS E RECINTOS

Pode-se definir utilização-tipo como a classificação do uso dominante de qualquer edifício ou recinto, incluindo os estacionamento, os diversos tipos de estabelecimentos que recebem público, os industriais, oficinas e armazéns [13].

Uma das principais distinções entre a nova e a antiga regulamentação de segurança contra incêndio em edifícios reside na introdução de doze utilizações-tipo (UT) em que abrangem quase todos os tipo de edifício e recintos. A definição das UT por parte deste regulamento trás uma forma clara e objetiva de classificação das mesmas e ainda auxilia os projetistas e consultores de segurança na identificação expedita a que UT pertence um edifício, parte ou recinto do mesmo e ao mesmo tempo permite que as entidades licenciadoras possuam o mesmo referencial de identificação das UT. A Tabela 5 mostra todos os tipos de utilizações tipo de edifícios considerados no RJ-SCIE.

Tabela 5. Utilizações-Tipo [13], [14]

Utilizações-Tipo	Descrição	Exemplos
Tipo I	Habitações	Unifamiliares/Multifamiliares.
Tipo II	Estacionamentos	Parques de estacionamento cobertos, abertos ou fechados.
Tipo III	Administrativos	Agências bancárias, escritórios de empresas.
Tipo IV	Escolares	Centros de explicações, escolas de condução, creches.
Tipo V	Hospitales e Lares de Idosos	Centros de diagnóstico médico, centros de dia.
Tipo VI	Espectáculos e Reuniões Públicas	Auditórios, casas mortuárias, casinos, discotecas.
Tipo VII	Hoteleiros e Restauração	Hotéis, motéis, restaurantes, pousadas.
Tipo VIII	Comerciais e Gares de Transporte	Barbeiros, farmácias, minimercados, lojas.
Tipo IX	Desportivos e de Lazer	Pavilhões desportivos, ginásios, estádios, saunas.
Tipo X	Museus e Galerias de Arte	Galerias de Arte, museus.
Tipo XI	Bibliotecas e Arquivos	Arquivos (jornais, livros, revistas) bibliotecas.
Tipo XII	Industriais, Oficinas e Armazéns	Ecocentros, tipografias, docas.

Apesar destas doze utilizações-tipo, nem todos os edifícios fazem parte desta regulamentação, como é caso dos estabelecimentos prisionais, dos espaços de acesso restrito e das instalações de forças armadas. Existem também outros estabelecimentos, que possuem regulamentação específica, não são mencionadas exigências construtivas, como é o caso das indústrias e armazéns de substâncias perigosas, indústria de pirotecnia e estabelecimentos de transformação ou armazenagem de substâncias e produtos explosivos ou radioativos.

A NT n.º1 emitida pela ANPC pretende ser a mais detalhada possível, listando de forma exaustiva todos os tipos de edifícios, partes de edifícios e recintos que pertencem a cada utilização-tipo. Pretende auxiliar os projetistas de SCIE a identificar de forma rápida e clara a que tipo de utilização pertence um determinado edifício, para efeito de aplicação do RT-SCIE, ao mesmo tempo permite às entidades licenciadoras terem o mesmo tipo de referencial [14].

4.2.2. CLASSIFICAÇÃO DOS LOCAIS DE RISCO

A finalidade desta classificação surge para facilitar a tarefa dos projetistas e consultores de segurança na classificação e identificação dos vários locais que são criados num edifício.

Segundo o artigo 10º do RJ-SCIE, todos os locais dos edifícios e recintos, com exceção dos espaços interiores de cada fogo e das vias horizontais e verticais de evacuação, são classificados, de acordo com a natureza do risco, em 6 categorias,

A Tabela 6 mostra a classificação dos locais de risco:

Tabela 6. Locais de Risco [13]

Local de Risco	Descrição	Condições
A	Não apresenta riscos especiais.	i) O efetivo não exceda 100 pessoas; ii) O efetivo de público não exceda as 50 pessoas; iii) Mais de 90% dos ocupantes não se encontrem limitados na mobilidade ou nas capacidades de perceção e reação a um alarme; iv) As atividades exercidas ou produtos, materiais ou equipamentos não apresente riscos agravados de incêndio.
B	Local acessível ao público ou ao pessoal afeto ao estabelecimento, com um efetivo superior a 100 pessoas, ou um efetivo superior a 50 pessoas.	Condições semelhantes às do Local de Risco A, pontos iii) e iv).
C	Local que apresenta riscos agravados de eclosão e de incêndio.	--
D	Estabelecimento com permanência de pessoas acamadas ou destinado a receber crianças com idade não superior a seis anos ou pessoas limitadas na mobilidade ou capacidades de perceção.	--
E	Estabelecimento destinado a dormida, em que as pessoas não apresentem as limitações indicadas no risco D.	--

F	Centros nevrálgicos de comunicação, comando e controlo, ou seja, locais que possuem meios e sistemas essenciais à continuidade de atividades sociais relevantes.	--
----------	--	----

“ «Efetivo» o número máximo estimado de pessoas que pode ocupar em simultâneo um dado espaço de um edifício ou recinto;” [13].

“ «Efetivo de público» o número máximo estimado de pessoas que pode ocupar em simultâneo um edifício ou recinto que recebe público, excluindo o número de funcionários e quaisquer outras pessoas afetas ao seu funcionamento;” [13].

Este mesmo artigo nos pontos 2,3 e 4 especifica algumas condições para a melhor classificação do local. Também é importante referir que na NT n.º5 – Locais de Risco, é apresentada a listagem de todos os locais de risco indicados não só no RJ-SCIE como também no RT-SCIE.

4.2.3. CATEGORIAS DE RISCO

Segundo o RJ-SCIE no artigo n.º12, existem quatro categorias de risco que classificam as utilizações-tipo e podem ser de 1.^a, 2.^a, 3.^a e 4.^a categoria, sendo consideradas respetivamente de risco reduzido, risco moderado, risco elevado e risco muito elevado. Este tipo de classificação é função de muitos fatores que variam consoante a utilização-tipo. A Tabela 7 mostra os fatores de risco.

Tabela 7. Fatores de Risco [16]

Utilizações-tipo	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Altura	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Área Bruta		X										
Saída direta ao Exterior – Locais D, E				X	X		X					
Coberto/Ar livre		X				X			X			X
Efetivo total			X	X	X	X	X	X	X	X		
Efetivos locais D, E				X	X		X					
N.º de pisos abaixo plano de referência	X	X			X			X	X		X	X
Carga de incêndio											X	
Densidade de carga de incêndio												X

No RJ-SCIE, no Anexo III, estão presentes os quadros que ajudam a definir qual a categoria de risco associada à utilização-tipo. É assim possível observar, na Tabela 7. Fatores de Risco [16] que exceto a carga de incêndio modificada e o efetivo, todas as outras características que influenciam a categoria de risco estão relacionadas com a arquitetura do edifício.

Os métodos de cálculo da carga de incêndio modificada, não existente nos antigos diplomas, estão definidos no Despacho n.º2074/2009 e o efetivo é definido no RT-SCIE bem como os seus métodos de cálculo.

O novo regime exige que seja efetuado um Projeto de Especialidade da SCIE, para utilizações-tipo de edifícios classificadas na 2.ª, 3.ª e 4.ª categoria, para edifícios classificados com a 1.ª categoria é obrigatório o preenchimento de uma ficha técnica, Ficha de Segurança, com exceção das utilizações-tipo IV e V, que devem possuir um Projeto de Especialidade de SCIE. Ambos os casos são sempre da responsabilidade dos autores dos projetos [13].

4.3. PORTARIA N.º 1532/2008 DE 29 DE DEZEMBRO – REGULAMENTO TÉCNICO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS EM EDIFÍCIOS

No artigo 15.º do RJ-SCIE é aprovado este regulamento técnico em que estabelece as condições técnicas e específicas da SCIE. A estrutura do documento é a seguinte:

- Título I – Objeto e definições;
- Título II – Condições exteriores comuns;
- Título III – Condições gerais de comportamentos ao fogo, isolamento e proteção;
- Título IV – Condições gerais de evacuação;
- Título V – Condições gerais das instalações técnicas;
- Título VI – Condições gerais dos equipamentos e sistemas de segurança;
- Título VIII – Condições gerais de autoproteção;
- Título IX – Condições específicas das utilizações-tipo;
- Anexo I – Definições.

No que diz respeito a este trabalho, serão apresentados em seguida os pontos de maior relevância para o seu desenvolvimento.

4.3.1. DETECÇÃO ALARME E ALERTA

Os edifícios devem ser equipados com instalações que permitam detetar o incêndio, e em caso de emergência, alertar os seus ocupantes, os bombeiros e acionar os equipamentos de segurança. O artigo 117.º do RT-SCIE menciona que estas instalações devem ser compostas por [17]:

- Dispositivos de acionamento manual de alarme;
- Dispositivos de atuação automática;
- Centrais e quadros de sinalização e comando;
- Sinalizadores de alarme restrito;
- Difusores de alarme geral;
- Equipamentos de transmissão automática do sinal ou mensagem de alerta;
- Telefones para transmissão manual do alerta;
- Dispositivos de comando de sistemas e equipamentos de segurança;
- Fontes locais de energia de emergência.

O artigo 118.º define o princípio de funcionamento das instalações de um SADI, nomeadamente para edifícios com e sem meios humanos para explorar uma situação de alarme. O artigo 121.º refere-se à difusão do alarme geral de incêndio numa instalação, o 122.º à localização e a todos os comandos que a Central de Detecção de Incêndios (CDI) deve assegurar e o 123.º fala sobre a importância da alimentação de emergência em caso de falha de alimentação pela rede pública [17].

4.3.2. CONFIGURAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DE ALARME

O artigo 125.º menciona as três configurações possíveis de um sistema de alarme.

A Tabela 8 mostra as configurações possíveis de um sistema de alarme de incêndio.

Tabela 8. Configurações possíveis [18]

Componentes e Funcionalidades		Configuração		
		1	2	3
Botões de acionamento de Alarme		X	X	X
Detetores Automáticos			X	X
Central de Sinalização e Comando	Temporizações		X	X
	Alerta automático			X
	Comandos		X	X
	Fonte local de alimentação de emergência	X	X	X
Proteção	Total			X
	Parcial	X	X	
Difusão do Alarme	No interior	X	X	X
	No exterior		X	

A NT n.12 – Sistemas Automáticos de Detecção de Incêndio, faz uma sistematização dos artigos 126.º até ao 128.º, que definem a configuração aplicável para cada utilização-tipo e respetiva categoria de risco. Esta NT é muito importante pois desenvolve o Capítulo III do RT-SCIE, descrevendo os conceitos de um projeto, configuração, instalação e manutenção de um SADI [18].

Tabela 9. Configuração em função da Categoria de Risco [18]

Utilização-Tipo	Categoria de Risco	Configuração			Observação
		1	2	3	
I	1ª ou 2ª				
	3ª ou 4ª		X		(a)
II	1ª a 4ª			X	(b)
III	1ª	X			
	2ª,3ª ou 4ª			X	
IV	1ª			X	(c)
	2ª,3ª ou 4ª			X	
V	1ª			X	(c)
	2ª,3ª ou 4ª			X	
VI	1ª	X			
	2ª,3ª ou 4ª			X	
VII	1ª				
	2ª,3ª ou 4ª				
VIII	1ª			X	(c)
	2ª,3ª ou 4ª			X	
IX	1ª				(c)
	2ª,3ª ou 4ª				
X	1ª	X			
	2ª,3ª ou 4ª			X	
XI	1ª			X	(c)
	2ª,3ª ou 4ª			X	
XII	1ª			X	(c)
	2ª,3ª ou 4ª			X	

Observações:

- (a) – Isentos os fogos de habitação;
- (b) – Quando inserido num edifício isento de obrigação de alarme, pode ser configuração 2 – isentos em parques automáticos, se houver desenfumagem passiva;
- (c) – Quando exclusivamente acima do solo, pode ser a configuração 2.

Nos edifícios de utilização mista em que não exista comunicação interior, aplica-se a cada utilização-tipo a configuração respetiva como se fosse única. Caso exista comunicação interior (com exceção da I e II) das 2.ª, 3.ª e 4.ª categorias de risco, os SADI devem possuir a

configuração 3. Numa utilização-tipo I, com comunicações comuns com outras, estas devem possuir, pelo menos a configuração 2.

Nos locais de risco C e F independentemente da utilização-tipo, devem possuir a configuração 2 no mínimo.

4.3.3. SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE EXTINÇÃO DE INCÊNDIO

No Capítulo IV do RT-SCIE é abordado o tema da extinção de incêndios por sistemas fixos. O regulamento não descreve que tipo de agentes devem ser usados em cada utilização-tipo, apenas divide os Sistemas Automáticos de Extinção de Incêndio (SAEI), SAEI por água e SAEI por agentes diferentes de água. Estes sistemas têm como objetivo, onde instalados, a extinção e circunscrição de um incêndio através da descarga automática de um produto extintor. Os SAEI podem utilizar como agente extintor a água, produtos espumíferos, pó químico, Dióxido de Carbono (CO) ou outros gases extintores. Os agentes gasosos prejudiciais à saúde, devem ser utilizados em espaços confinados, com acesso vedado ao público, devendo a sua difusão ser antecedida de alarme e temporização que permitam a evacuação de pessoas eventualmente presentes. As informações destes alarmes devem ser sempre associadas ao espaço onde estes se encontram instalados. O regulamento também define as condições de projeto e instalação destes sistemas, obedecendo sempre às normas nacionais ou internacionais em vigor [17].

4.3.4. SISTEMAS FIXOS DE EXTINÇÃO AUTOMÁTICA POR ÁGUA

A informação dada pelo Regulamento Técnico quanto à utilização do agente extintor por água utilizando aspersores, *Sprinklers*, nas utilizações-tipo é resumidamente a seguinte [17]:

- Utilizações-tipo II da 2.^a, 3.^a e 4.^a categoria de risco, com dois ou mais pisos abaixo do plano de referência;
- Utilizações-tipo III, VI, VII e VIII, da 3.^a e 4.^a categoria de risco, com as exceções para a utilização-tipo VIII, que constam nas disposições específicas do capítulo VI do título VIII do RT-SCIE;
- Utilização-tipo VII da 2.^a, 3.^a e 4.^a categoria de risco;
- Locais adjacentes a pátios interiores com altura superior a 20 metros;
- Nos locais considerados de difícil acesso e elevada carga de incêndio.

O mesmo regulamento refere também que estes sistemas podem ser usados como medidas compensatórias no caso de:

- “Postos de transformação existentes, cuja localização não esteja conforme com os termos deste regulamento e cujos transformadores ou dispositivos de corte utilizem como dielétrico líquidos inflamáveis;
- Aberturas em paredes ou pavimentos resistentes ao fogo, designadamente quando através delas possam passar meios de transporte móveis;
- Locais de fabrico, armazenagem ou manipulação de produtos não reagentes com a água de forma perigosa;
- Depósitos de líquidos ou gases inflamáveis;
- Equipamentos industriais;
- Todos os locais existentes que não possam cumprir integralmente as medidas passivas de segurança estipuladas (...).”

Ao nível de características estes sistemas podem ser do tipo normal húmido, seco ou misto, pré-ação e tipo dilúvio de aplicação total ou parcial. A área que os SAEI ocupam na utilização-tipo também pode ser parcial ou total, dependendo dos riscos e das disposições construtivas. Estes sistemas devem utilizar aspersores calibrados, dispor de alimentação de água através de depósito privativo com as características previstas no RT-SCIE, sendo a capacidade máxima do depósito em função do caudal estimado para o sistema, e os postos de comando do sistema estarem situados em locais acessíveis aos meios de socorro e devidamente sinalizados [17].

4.3.5. SISTEMAS FIXOS DE EXTINÇÃO AUTOMÁTICA POR AGENTES DIFERENTES DE ÁGUA

O RT-SCIE menciona que sempre que se justifique em função da classe de fogo e risco, estes sistemas devem ser usados. Podem ser instalados como aplicação total ou local. A aplicação local, apenas se destina a proteger equipamentos específicos, por exemplo. Estes métodos são frequentemente utilizados na extinção de superfícies de líquidos inflamáveis e depósitos de combustíveis onde estes se encontrem fechados.

Os SAEI por agentes extintores gasosos ou outros, prejudiciais à saúde quando inalados, devem ser utilizados somente em espaços limitados, de acesso vedado ao público, a sua difusão deve ser antecedida de um sinal de alarme e de temporização que permitam a evacuação das pessoas eventualmente presentes. Fundamentalmente, são compostos por:

- Mecanismos de disparo;
- Equipamento de controlo e sinalização;
- Recipientes para armazenamento do agente extintor e, quando aplicável, do propulsor;
- Redes de condutas para o agente extintor;
- Difusores de descarga.

Os mecanismos de disparo podem ser ativados por detetores de fumo, por exemplo, e os disparos manuais devem ser colocados na zona exterior da área protegida em local facilmente acessível e adequado. A quantidade do agente extintor deve ser suficiente para assegurar a extinção do incêndio, devendo sempre ser definidas as concentrações de aplicação definidas em função do local de risco e justificadas. Os locais de armazenagem dos produtos extintores gasosos, destinados a alimentar sistemas fixos de SAEI, devem ser considerados locais de risco e ser sujeitos cuidados especiais [17].

Ao nível de cálculo e dimensionamento, o regulamento não possui indicações, para isso é necessário a consulta da NT n.17 – Sistemas de Extinção por Agentes Gasosos da ANPC, e das normas referência para este assunto. Esta NT é relativa ao SAEI por agentes gasosos, sendo de grande importância pois permite que os projetistas, instaladores e entidades fiscalizadoras possuam documentação técnica apropriada para a conceção, projeto e manutenção destes sistemas.

4.4. DOCUMENTOS NORMATIVOS

Os documentos legislativos e as NT são elementos fundamentais de suporte á atividade de técnico responsável pelo projeto, execução e exploração de instalações no âmbito da segurança contra incêndio em edifícios. Mas muitos deles, como no caso das NT emitidas pela ANPC, são baseados em normas nacionais ou internacionais. O corpo normativo associado a esta temática é extenso e complexo, sendo aqui apresentados alguns dos documentos desse corpo normativo existente [30], [6].

- **NP EN 54 – 1, 1997, Edição 1:** Sistemas de deteção e alarme de incêndio - Introdução;
- **EN 54 – 2, 2009:** Sistemas de deteção e alarme de incêndio. Parte 2: Equipamento de controlo e sinalização;
- **EN 54 – 3, 2005:** Sistemas de deteção e alarme de incêndio. Parte 3: Dispositivos de alarme de incêndio – Sirenes;

- **NP EN 54 – 4, 1999, Edição 1:** Sistemas de deteção e alarme de incêndio – Equipamentos de alimentação de energia;
- **EN 54 – 5, 2005:** Sistemas de deteção e alarme de incêndio. Parte 3: Detetores térmicos – Detetores pontuais;
- **EN 54 – 7, 2005:** Sistemas de deteção e alarme de incêndio. Parte 7: Detetores de fumo – Detetores pontuais funcionando segundo o princípio da difusão da luz, da transmissão da luz ou da ionização;
- **EN 54 – 10, 2008:** Sistemas de deteção e alarme de incêndio. Parte 10: Detetores de chama - Detetores pontuais;
- **EN 54 – 11, 2008:** Sistemas de deteção e alarme de incêndio. Parte 11: Botões de alarme anuais;
- **EN 54 – 12, 2005:** Sistemas de deteção e alarme de incêndio. Parte 12: Detetores de fumo – Detetores lineares utilizando um feixe ótico de luz;
- **EN 54 – 16, 2011:** Sistemas de deteção e alarme de incêndio. Parte 16: Controlo de alarme de voz e equipamento de sinalização;
- **EN 54 – 17, 2008:** Sistemas de deteção e alarme de incêndio. Parte 17: Isoladores de curto-circuito;
- **EN 54 – 18, 2008:** Sistemas de deteção e alarme de incêndio. Parte 18: Dispositivos Input/Output;
- **EN 54 – 20, 2009:** Sistemas de deteção e alarme de incêndio. Parte 20: Detetores de fumo por aspiração;
- **EN 54 – 21, 2009:** Sistemas de deteção e alarme de incêndio. Parte 21: Equipamento de transmissão de alarme e de encaminhamento de sinalização de avaria;
- **EN 54 – 23, 2013:** Sistemas de deteção e alarme de incêndio. Parte 23: Dispositivos de alarmes de incêndio - Dispositivos de alarmes visuais;
- **EN 54-24, 2011:** Sistemas de deteção e alarme de incêndio. Parte 24: Componentes de sistemas de alarme por voz – Altifalantes;
- **NP EN 54 – 25, 2011, Edição 1:** Sistemas de deteção e alarme de incêndio – Componentes utilizando radiações radioelétricas;
- **NP EN 13501, 2007 + A1:2013, Edição 2:** Classificação do desempenho face ao fogo de produtos e elementos de construção, Parte 1;
- **EN 50136, 2014:** Sistemas de alarme – Sistemas e equipamento de transmissão de alarme;

- **EN 50130, 2014:** Sistemas de alarme;
- **EN 12101 – 1, 2008:** Sistemas de controlo de fumo e de calor. Parte 1: Especificações para cortinas de fumo;
- **NP EN 2, 1993 + A1:2005, Edição 1:** Classes de fogos;
- **NP EN 3 – 3, 1994, Edição 1:** Extintores de incêndio portáteis. Construção, resistência à pressão, ensaios mecânicos;
- **NP EN 3 – 6, 1997, Edição 1:** Extintores de incêndio portáteis. Disposições visando a avaliação de conformidade dos extintores de incêndio portáteis de acordo com a EN 3 partes 1 a 5;
- **NP EN 3 – 7, 2006, Edição 1:** Extintores de incêndio portáteis. Características, desempenho e métodos de ensaio;
- **NP EN 25293, 1995, Edição 1:** Segurança contra incêndio. Agentes extintores. Dióxido de carbono;
- **NP EN 27201 – 1, 1995, Edição 1:** Segurança contra incêndio. Agentes extintores. Hidrocarbonetos halogenados, especificações para halons 1211 e 1301;
- **NP EN 27201 – 1, 1995, Edição 1:** Segurança contra incêndio. Agentes extintores. Hidrocarbonetos halogenados, especificações para a manipulação de segurança e métodos de transfega;
- **EN 15650, 2012:** Ventilação de edifícios – Registos corta-fogo;
- **NP EN 671 – 1, 2003, Edição 1:** Instalações fixas de combate a incêndio - Sistemas armados com mangueiras. Bocas de incêndio armadas com mangueiras semirrígidas;
- **NP EN 671 – 2, 2003, Edição 1:** Instalações fixas de combate a incêndio - Sistemas armados com mangueiras. Bocas-de-incêndio armadas com mangueiras flexíveis;
- **NP EN 671 – 3, 2005, Edição 1:** Instalações fixas de combate a incêndio - Sistemas armados com mangueiras. Manutenção das bocas-de-incêndio armadas com mangueiras flexíveis e semi-rígidas;
- **EN 12094, 2003:** Sistemas fixos de combate a incêndio – Componentes para um sistema de extinção por agentes gasosos;
- **EN 12259 – 1, 2005:** Sistemas fixos de combate a incêndio – Componentes para *sprinkler* e sistemas de pulverização de água. Parte 1: *Sprinklers*;
- **EN 12845, 2013:** Sistemas de combate a incêndio fixos – sistemas de aspersão automáticos (*sprinkler*) – desenho, instalação e manutenção;
- **EN 14604, 2005:** Detetores autónomos de fumo;

- **NP EN 13238, 2003, Edição 1:** Ensaios de reação ao incêndio para produtos de construção. Procedimentos de condicionamento e regras gerais para seleção dos suportes de aplicação;
- **NP EN 60695-4, 2008, Edição 1:** Ensaios relativos ao risco de fogo. Terminologia relativa aos ensaios eletrotécnicos;
- **NP EN 15004 – 1, 2012, Edição 1:** Sistemas fixos de extinção de incêndios. Sistemas de extinção por agentes gasosos. Projeto, instalação e manutenção;
- **NP EN 15004 – 2, 2012, Edição 1:** Sistemas fixos de extinção de incêndios. Sistemas de extinção por agentes gasosos. Propriedades físicas e projeto de sistemas de extinção por agente extintor FK-5-1-12;
- **NP EN 15004 – 5, 2012, Edição 1:** Sistemas fixos de extinção de incêndios. Sistemas de extinção por agentes gasosos. Propriedades físicas e projeto de sistemas de extinção pro agente extintor HFC227ea;
- **NP EN 15004 – 6, 2012, Edição 1:** Sistemas fixos de extinção de incêndios. Sistemas de extinção por agentes gasosos. Propriedades físicas e projeto de sistemas de extinção por agente extintor HFC23;
- **NP EN 15004 – 7, 2012, Edição 1:** Sistemas fixos de extinção de incêndios. Sistemas de extinção por agentes gasosos. Propriedades físicas e projeto de sistemas de extinção por agente extintor IG-01;
- **NP EN 15004 – 8, 2012, Edição 1:** Sistemas fixos de extinção de incêndios. Sistemas de extinção por agentes gasosos. Propriedades físicas e projeto de sistemas de extinção por agente extintor IG-100;
- **NP EN 15004 – 9, 2012, Edição 1:** Sistemas fixos de extinção de incêndios. Sistemas de extinção por agentes gasosos. Propriedades físicas e projeto de sistemas de extinção por agente extintor IG-55;
- **NP EN 15004 – 9, 2012, Edição 1:** Sistemas fixos de extinção de incêndios. Sistemas de extinção por agentes gasosos. Propriedades físicas e projeto de sistemas de extinção por agente extintor IG-451.

Outro organismo que elabora documentos normativos com importância para esta temática é o *Insurance Europe*, designado como *Comité Européen des Assurances* (CEA) até Março de 2012. No processo da regulamentação, este organismo representa os interesses comuns das seguradoras europeias, através do desenvolvimento, promoção, defesa, e ilustração das

pressões industriais. Este organismo fornece e permite uma troca de informações e experiências entre estados membros [33].

Alguns dos documentos normativos do *Comité Européen des Assurances* (CEA):

- **CEA 4040:** *Planning and Installation for Automatic Fire Detection and Fire Alarm Systems;*
- **CEA 4001:** *Specifications for Sprinkler System – Planning and installation;*
- **CEA 4007:** *CO2 systems – Planning and Installation;*
- **CEA 4008:** *Fire Extinguishing Systems using Non-Liquified “Inert” Gases – Planning and Installation;*
- **CEA 4045:** *Fire Extinguishing Systems using Liquified “haloncarbon” Gases – Planning and installation;*

Criada em 1896, a *National Fire Protection Association* (NFPA) é a mais prestigiada associação mundial no que respeita à elaboração de normas e regulamentos técnicos de SCIE. Apesar de não existirem documentos normativos desta associação que apresentem valor no direito nacional, o mérito e crédito reconhecido a esta entidade por todos os intervenientes nesta temática faz com as normas da NFPA sejam observadas pela entidade reguladora do setor [34]. Alguns dos documentos normativos da NFPA:

- **NFPA 1:** *Fire Code;*
- **NFPA 3:** *Recommended Practice for Commissioning and Integrated Testing of Fire Protection and Life Safety Systems;*
- **NFPA 4:** *Standard for Integrated Fire Protection and Life Safety System Testing;*
- **NFPA 12:** *Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems;*
- **NFPA 13:** *Standard for the installation of Sprinkler Systems;*
- **NFPA 72:** *National Fire Alarm and Signaling Code;*
- **NFPA 2001:** *Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems;*

5. TÉCNICAS E TECNOLOGIAS DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE DETECÇÃO DE INCÊNDIO

5.1. GENERALIDADES

Um incêndio pode ter várias origens, como foi mencionado no Capítulo 3, o que faz com que a combustão possa ser identificada de várias formas. Por visão, olfato ou até mesmo cheiro é possível ao ser humano detetar um incêndio de forma eficiente. No entanto, é muito mais prático a existência de dispositivos que possam detetar incêndios de forma eficiente, porque o ser humano por vezes tem os seus sentidos limitados por doença, cansaço ou distração, e principalmente, não se encontra no local onde é originado o incêndio. Impossibilitando que a deteção do incêndio seja o mais rápida possível e este seja controlado ou extinto em tempo útil. Por isso utilizam-se dispositivos capazes de efetuar esta tarefa, os detetores de incêndio, que possibilitam uma deteção rápida e automática, contudo não conseguem ser totalmente fiáveis.

A construção dos detetores enfrenta muitos problemas como:

- As assinaturas dos fogos, em que a combustão de alguns materiais pode ser mais intensa produzindo assim pouco fumo, e os fogos latentes não possuem chamas visíveis e produzem pouco calor.
- Os falsos alarmes, um problema muito comum, para evitar este problema todas as grandezas que são monitorizadas pelos detetores, possuem um limiar e/ou taxa de variação antes de darem o alarme.
- A distância a que um incêndio se encontra do detetor atrasa a sua deteção, ou seja, quanto mais longe estiver o detetor da origem do fogo mais tempo levará a que este seja detetado e combatido.

Ao mesmo tempo, estes detetores, devem ser capazes de resistir dentro dos limites impostos pelas normas a vibrações, choques, atmosferas húmidas ou corrosivas, variações térmicas, variações na alimentação e fenómenos eletromagnéticos.

Os produtos resultantes da combustão podem ser calor, gases de combustão como o vapor de água, Monóxido de Carbono (CO) e Dióxido de Carbono (CO₂), o fumo e aerossóis, a radiação luminosa proveniente da temperatura e das brasas e produtos não voláteis. Estes produtos permitem a existência de vários tipos de detetores ou sensores e o sucesso da deteção de incêndio será maior se o detetor escolhido for ao encontro do tipo de perigo de incêndio existente no local da sua instalação.

Subjacente ao tipo de detetores, existem outros equipamentos e aspetos a serem levados em conta na estrutura de um Sistema Automático de Deteção de Incêndio (SADI). As tecnologias existentes, o modo de instalação têm de estar todos de acordo com o Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios (RJ-SCIE), o Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios (RT-SCIE) e as normas em vigor. Como grande elemento de apoio destaca-se a Nota Técnica (NT) n.º12 pois possui elementos técnicos quer regulamentares, quer normativos para o desenvolvimento de um SADI [18].

5.2. TIPO DE PROTEÇÃO

Convém esclarecer que tipos de proteção são possíveis de praticar, apesar de o RJ-SCIE estabelecer as configurações dos SADI, conforme as Utilizações-Tipo (UT) e as categorias de risco.

Devem ser considerados os seguintes aspetos no levantamento dos riscos em cada área [18].

- Probabilidade de ignição;
- Probabilidade de propagação no interior do compartimento de origem;
- Probabilidade de propagação para lá do compartimento de origem;
- As consequências de um incêndio;
- A existência de outras medidas de proteção contra incêndios.

A extensão da proteção pode ser descrita como:

- Proteção Total;
- Proteção Parcial;
- Proteção dos Caminhos de Evacuação;
- Proteção Local;
- Proteção de um equipamento.

5.2.1. PROTEÇÃO TOTAL

Este sistema é constituído por um SADI que protege todas as partes do edifício, exceto as partes que são excluídas pela legislação. Mas inclui espaços delimitados por tetos falsos com mais de 0,8 m de altura ou pavimentos sobrelevados em mais de 0,2 m, desde que passem cablagens, sejam instalados equipamentos ou condutas que possam causar ou propagar um incêndio [18]. A NT n.º 12 menciona quais as zonas que ficam excluídas da deteção automática, sendo estas:

- “Quartos de banho, zonas de duche (exceto vestiários), ou sanitários, desde que sejam utilizados exclusivamente para essa função;
- Vazios verticais ou condutas verticais para cabos com secções inferiores a 2 m², desde que sejam devidamente protegidas contra o fogo e estanques ao fogo no atravessamento de pisos, tetos ou paredes, e que não contenham cabos relacionados com sistemas de emergência (a menos que os cabos tenham uma resistência ao fogo de, pelo menos, 30 minutos);
- Armazéns de alimentos congelados sem ventilação;
- Vazios (excluindo chão falso e teto falso) com a verificação de uma das seguintes condições:
 - Menos de dez metros de comprimento;
 - Menos de dez metros de largura;

- Que sejam totalmente separados de outras áreas por material incombustível;
- Que não contenham cargas de incêndio superiores a 25 MJ/m²;
- Que não contenham cabos relacionados com sistemas de segurança (a menos que tenham uma resistência ao fogo superior a 30 min.).
- Os espaços que cumulativamente:
 - Estejam protegidos totalmente por sistema fixo de extinção automática de incêndios por água que respeite as disposições do RT-SCIE, incluindo as referentes à difusão do alarme;
 - Não possuam controlo de fumo por meios ativos” [18].

5.2.2. PROTEÇÃO PARCIAL

Como o nome indica, neste tipo de proteção só algumas zonas do edifício estão cobertas por um SADI, as mais vulneráveis, existe a necessidade da envolvente destas zonas ser resistente ao fogo e também de serem identificadas.

5.2.3. PROTEÇÃO LOCAL

Um tipo de proteção particular que pode ser usado para a proteção de equipamentos especiais ou áreas de alto risco. A área coberta pelo SADI não precisa de ser isolada, podendo fazer parte de uma área parcial ou totalmente protegida, apenas lhe será atribuído um nível mais elevado de proteção do que a restante envolvente. Este tipo de proteção garante uma proteção adequada no local onde se encontra instalada, assegurando pouca ou nenhuma proteção contra incêndios fora dessa mesma área [18].

5.2.4. PROTEÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Destina-se a proteger equipamentos em que o incêndio tenha início no seu interior. Os detetores podem ser instalados no interior destes equipamentos, permitindo uma deteção mais rápida. Tal como na proteção local, a proteção dos equipamentos apenas garante uma proteção adequada no local onde se encontram instalados os detetores, assegurando pouca ou nenhuma proteção contra incêndios fora dessa mesma área [18].

5.3. ORGANIZAÇÃO DO ALARME

A organização do alarme vai depender do tipo de edifício e da segurança onde o sistema está instalado, ou seja, se existe vigilância ou não. Se a vigilância for constante, o sistema pode ser colocado na “situação dia” permitindo o reconhecimento e confirmação do alarme. Caso esta situação não se verifique, ou seja, a vigilância não é constante a Central de Detecção de Incêndio (CDI) deve ser programada para a “situação noite” em que as temporizações podem ser anuladas e o alarme às forças de socorro é imediato. Sendo assim, a CDI, deve possuir duas temporizações, uma de presença, que corresponde à aceitação do alarme por parte do operador e a de reconhecimento que corresponde à confirmação local do alarme.

A Figura 10, mostra a organização do alarme num SADI.

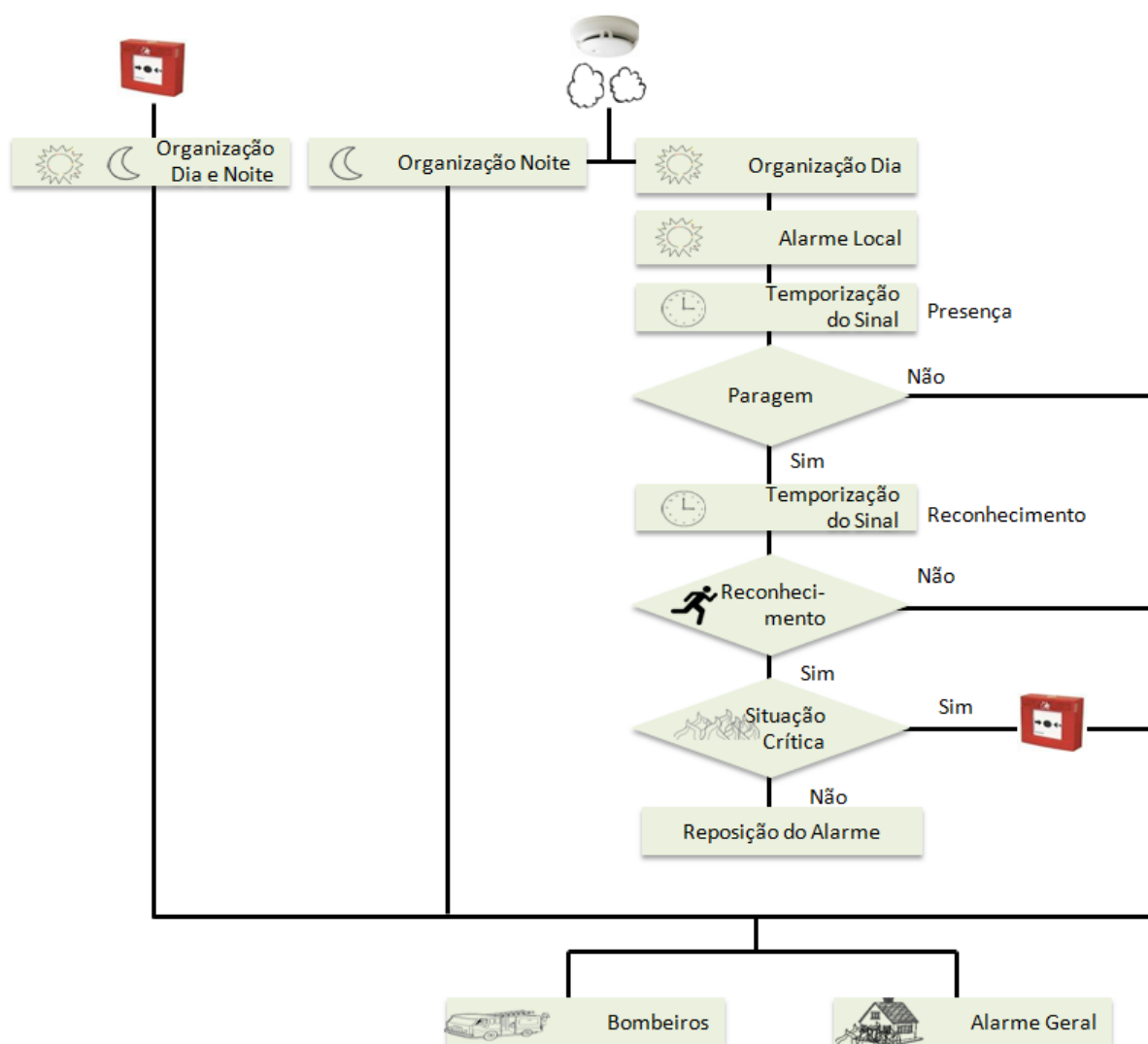


Figura 10. Fluxograma de Organização de um Alarme [18]

Explicando o conteúdo da Figura 10, é possível observar que quando se trata de um botão de alarme manual, podemos considerar, que a ativação do alarme por parte deste é sempre verdadeira. Por isso, independentemente da organização do alarme, a ativação do alarme através do botão, emite o alarme geral e o alarme às forças de socorro pode ser imediato.

O alarme por parte de um detetor pode ser verdadeiro ou não, por causa de um falso alarme por exemplo, mas nesta configuração é considerado que na organização noite a quando do alarme de incêndio, por parte de qualquer detetor, a programação da CDI envia um sinal de alarme geral e o alerta às forças de socorro. Na organização dia este alerta é um pouco diferente, pois permite um reconhecimento e configuração do alarme. A CDI deverá ser programada para possuir duas temporizações:

- A de presença, que corresponde à aceitação do alarme por parte do operador;
- A de reconhecimento, que corresponde à confirmação do local do alarme;

Caso estas duas temporizações sejam excedidas, o alarme geral e o alerta às forças de socorro são emitidos. Existindo ainda a opção de após o reconhecimento for verificado pelo operador uma situação crítica, o botão de alarme mais próximo deste, ou do local do incêndio, pode ser ativado e assim o alarme geral é acionado.

Se a situação for controlada, ou em caso de um falso alarme, depois de efetuado todo o reconhecimento por parte do operador, passamos para a reposição do alarme em que todo o sistema volta a funcionar normalmente.

5.4. ARQUITETURA DE UM SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETEÇÃO DE INCÊNDIOS

Segundo a Nota Técnica (NT) n.º12, um SADI é uma instalação que será capaz de detetar um princípio de incêndio, sem intervenção humana, enviar todas as informações para uma CDI, dar o alarme automaticamente, seja este local, geral ou à distância e acionar todos os comandos necessários à segurança dos ocupantes e dos próprios edifícios tais como [18]:

- Fechar portas corta-fogo;
- Comandar elevadores;
- Comandar Sistemas Automáticos de Extinção de Incêndios (SAEI);
- Comandar ventiladores;
- Cortar energia elétrica.

A Figura 11 mostra a arquitetura geral de um SADI.

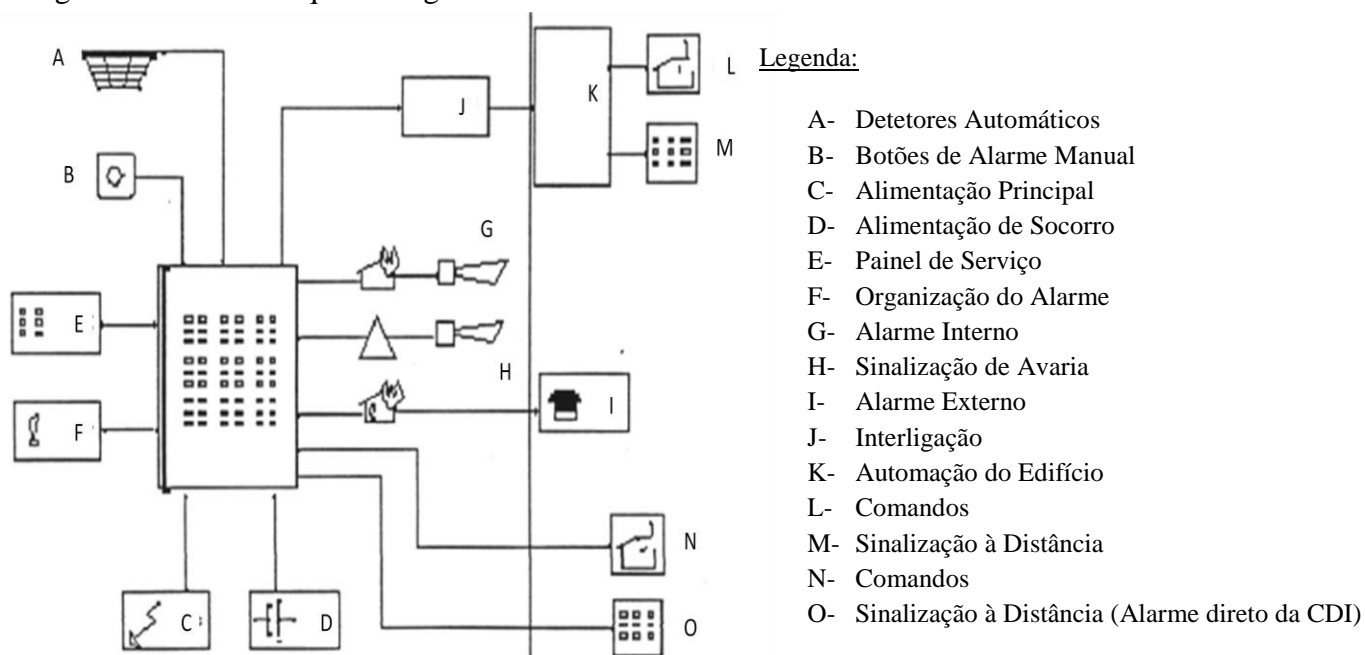


Figura 11. Configuração de um SADI [18]

Este sistema deve ser projetado e instalado para que permita a detecção do incêndio o mais precocemente possível. A escolha do tipo de detetores, a sua quantidade e o seu local de instalação deve ser tal que a relação entre sinal/perturbação não permita falsos alarmes e alarmes intempestivos [18].

5.4.1. CENTRAL DE DETECÇÃO DE INCÊNDIOS

A CDI é responsável pela avaliação dos sinais transmitidos pelos equipamentos instalados, detetores botões, etc. Controla o sistema de alarme de incêndio e os comandos para que foi programada. É também o ponto de interação entre o operador e o sistema, sendo programada para ir de encontro às necessidades do cliente e da instalação. A Figura 12 mostra um exemplo de uma CDI.



Figura 12. Exemplo de uma CDI – Siemens FC2020 [32]

Em instalações de pequena/média dimensão utiliza-se normalmente apenas uma CDI. Em instalações de média/grande dimensão a instalação de várias CDI pode ser utilizada e favorecer a flexibilidade e continuidade em serviço de todo o sistema.

A utilização de várias centrais numa instalação envolve a necessidade de estas estarem ligadas em *anel/loop*, o que possibilita controlar todas as CDI com um único procedimento. Cada CDI pode conter diferentes tipos de periféricos ligados, diferentes programações e comandos de modo a proteger todo o sistema, a transmissão de alarmes e avarias também pode ser centralizada para uma CDI principal que esteja no *loop*, este sistema tem vantagens, por exemplo, em caso de avaria de uma CDI, pois permite a continuação do funcionamento de todo SADI.

A Figura 13 mostra a ligação em *loop* de Centrais de Detecção de Incêndio.

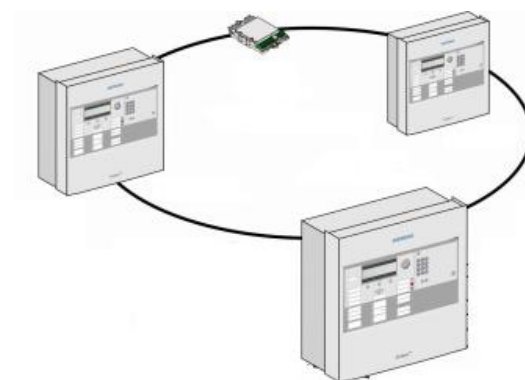


Figura 13. Loop de CDI [32]

Cada CDI tem no mínimo cinco componentes essenciais, o processador, o painel de operação, a ligação aos periféricos, a interface de controlo e a alimentação.

- **Processador:** Controla todo o SADI;
- **Painel de Operação:** Indica ao operador o estado do sistema, visualmente ou acusticamente. Este painel pode, ou não, estar incorporado na central e permite que o utilizador opere todo o sistema de deteção de incêndio;
- **Ligação aos periféricos:** Linha de comunicação com todos os elementos do SADI e transmite a informação para o processador;
- **Interface de Controlo:** Transmite a informação, por exemplo da abertura de uma porta, ao processador e ativa todos os comandos programados;
- **Alimentação:** Providencia a energia para todo o SADI, seja esta pela rede elétrica ou de socorro.

Estes componentes são a base de qualquer CDI, que pode ter vários tamanhos dependendo do tipo de aplicação, podendo também existir a adição de mais componentes permitindo uma maior flexibilidade. A utilização de cartas para aumento de ligações a periféricos, por exemplo, é muito comum quando o número de elementos ligados à CDI é grande, fazendo com que todo o sistema seja mais flexível para ir de encontro às necessidades da proteção contra incêndio da instalação [19].

5.4.1.1. LINHAS COLETIVAS

Numa linha coletiva, todos os detetores com tecnologia convencional, são ligados na mesma linha. Os alarmes são transmitidos para a central pela linha de detetores e a CDI apenas “vê” qual a linha que transmite o alarme, não qual o detetor que envia o sinal, a comunicação é unidirecional do detetor para a CDI.

Para localizar o local de incêndio, em caso de alarme, normalmente as linhas de detetores são idealizadas e instaladas para que seja fácil a sua localização.

Outra forma de localizar a origem do alarme pode ser com a colocação de um indicador de alarme externo, que normalmente são colocados por cima das portas.

Outro elemento utilizado nas linhas coletivas é o fim de linha, este elemento efetua uma vigilância da linha de deteção. Com a utilização do fim de linha no último detetor garante-se que esta encontra-se em funcionamento, pois caso contrário a linha encontrar-se-ia em aberto, ou em avaria.

A Figura 14 mostra um exemplo de um elemento fim de linha.



Figura 14. Fim de Linha – Siemens EOL22 [32]

Uma característica deste tipo de ligação está relacionada com o facto de a CDI coletiva apenas permitir a existência de linhas coletivas, pelo contrário uma CDI endereçável pode, ao mesmo tempo, possuir elementos endereçáveis e módulos para linhas coletivas.

As linhas coletivas aos poucos vão desaparecendo das instalações e os seus equipamentos gradualmente vão sendo descontinuados de fabrico, quando são usados sistemas coletivos os

elementos usados são simples e usam CDI pequenas e compactas. Isto acontece em pequenas instalações em que a necessidade de investimento e de elementos de proteção é reduzida.

No entanto, em caso de substituição de linhas coletivas é possível efetuar a mudança para tecnologias mais recentes, ou continuar com a linha em *stub* e em modo coletivo por razões económicas. Se a mudança para tecnologias mais recentes for possível, existem módulos capazes de efetuarem esta mudança e manterem os cabos antigos, permitindo uma redução de custos mas ao mesmo tempo uma modernização da tecnologia de detetores [19].

São necessários ter em conta alguns aspetos em conta:

- Apenas uma mensagem ou sinal de alarme, pode ser avaliado por linhas em *stub*;
- De acordo com a norma EN 54, são permitidos no máximo 32 detetores por linha;
- A mistura de detetores automático com não-automáticos não é permitida, isto porque em caso de alarme, como a linha é coletiva e apenas é dada a informação da zona em que foi dado o alarme, é impossível distinguir que elemento foi acionado. Com a separação física destes elementos por linhas, é possível distinguir se o alarme foi dado por um detetor ou por um botão manual e com isto definir os diferentes comandos a efetuar pela CDI;
- É necessário a instalação de um fim de linha no fim de uma linha em *stub*.

5.4.1.2. LINHAS ENDEREÇÁVEIS

Este é o tipo de linha mais utilizada hoje em dia, foi introduzida na década de 80 do século XX. Neste tipo de ligação o sistema faz um endereçamento individual de cada elemento e central comunica com cada elemento da linha individualmente. Assim é possível indicar qual o elemento da linha que ativou o alarme e a atribuição de um texto a este elemento ou zona de deteção em que o evento ocorreu.

A solução para encontrar os elementos na linha deve ser simples, soluções que são baseadas na sequência física dos elementos da linha são as mais comuns.

De salientar que atualmente existem detetores com esta tecnologia capazes de efetuarem o processamento de sinal, isto significa que a CDI apenas recebe a informação do nível do alarme, o processamento e envio da informação é efetuado pelos detetores. A utilização dos mais recentes componentes neste tipo de ligação permite também uma constante monitorização do sistema, pois verificam constantemente quais os equipamentos que estão

disponíveis e que estão a funcionar corretamente e permitem a utilização de alarmes acústicos sem alimentação externa [19].

Tal como numa linha coletiva existem aspetos a ter em conta neste tipo de ligação:

- Em caso de linha em *stub*, são permitidos no máximo, 32 elementos por linha de acordo com a EN54;
- Em caso de linha em *loop*, são permitidos no máximo, 128 elementos por linha de acordo com a EN54;
- Deve ser assegurado em caso de curto-circuito que a linha principal é isolada e em caso de uma linha aberta o acesso possa ser efetuado pelo lado oposto do *loop*.

Estes elementos na linha podem ser detetores, botões, sirenes, interfaces de comando, etc. Mas por vezes não possuem todos o mesmo peso na linha, por exemplo, um detetor pode possuir o peso de um, mas um interface de comando possuir um peso superior reduzindo assim o número máximo de elementos por linha.

5.4.2. LIGAÇÃO DE ELEMENTOS

As linhas de detetores são constituídas por cabos que ligam um conjunto de componentes do sistema (detetores, botões, sirenes) à CDI. Hoje em dia é possível conectar um conjunto de componentes à CDI via *stub* ou *loop*. Adicionalmente, com as novas tecnologias usadas nos sistemas de deteção de incêndio é possível o uso de *T-tabs*, ou seja, o uso de componentes que permitem o uso de linhas em *loop* e *stub* em simultâneo, permitindo uma maior flexibilidade no sistema e redução de custos. A Figura 15 mostra um separador de linha da Siemens.



Figura 15. Multi-Line Separator – Siemens FDCL221-M [32]

5.4.2.1. LIGAÇÃO EM *STUB*

Por razões de segurança as ligações em *stub*, ou antena, não são utilizadas hoje em dia, mas em sistemas antigos com tecnologia convencional utilizada ou linhas que possam ser reutilizadas (no caso de remodelações de museus, por exemplo) este tipo de ligação é utilizado.

A Figura 16 mostra a ligação de linhas em *stub* (antena).



Figura 16. Ligação *Stub*

5.4.2.2. LIGAÇÃO EM *LOOP*

É o tipo de ligação utilizada nos sistemas recentes, possuindo grande segurança e fiabilidade. Em caso de uma linha aberta, todos os elementos da linha continuam em funcionamento, porque a CDI comunica com todos os elementos por ambos os lados, como demonstra a Figura 17. Quando todos os elementos são ligados a um separador de linha, Figura 15, todo o sistema continuará em pleno funcionamento em caso de curto-circuito.

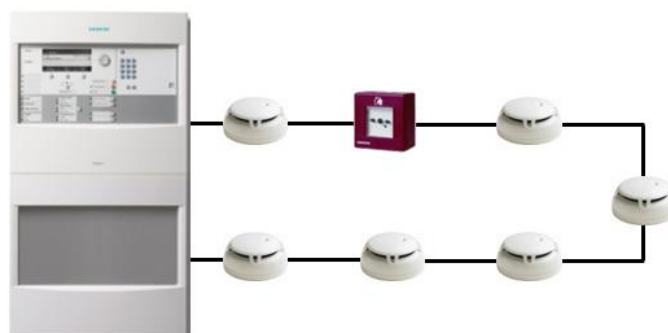


Figura 17. Ligação em *Loop*

5.4.3. PAINÉIS REPETIDORES E PAINÉIS DE COMANDO

Se a CDI se encontra distante do local de entrada dos bombeiros, se existirem vários locais de entrada ou quando esta não se encontra numa área permanentemente assistida é possível a instalação de Painéis Repetidores. O painel apenas dá informações do estado do sistema, de alarmes e a sua localização e também de avarias no sistema, não permite o comando do sistema.

A Figura 18 mostra um exemplo de um painel repetidor.



Figura 18. Painel Repetidor – Siemens FT2010-A1 [32]

Caso o painel seja de controlo, e não apenas de sinalização como o da Figura 18, é necessário ter cuidado e tomar providências para prevenir operações contraditórias provenientes dos vários locais. Estes painéis podem ser instalados em vários locais e permitem o controlo do SADI. Devem também estar ligados no *loop* das centrais, Figura 13, e permitem todo o tipo de operação de um CDI, apenas não possuem nenhuma ligação física com detetores, botões de alarme, etc. A Figura 19 mostra um exemplo de painel de controlo.



Figura 19. Painel Repetidor de Controlo – Siemens FT2040-AZ [32]

5.5. DETETORES AUTOMÁTICOS

Normalmente um detetor é constituído por três partes:

- Um sensor, destinado a medir o parâmetro físico ou químico para que se encontra destinado, pode ser fumo, temperatura, chama ou gás. Este sensor é responsável por transformar em sinal elétrico, corrente ou tensão, o parâmetro medido.
- Uma unidade de tratamento, responsável pela da informação recolhida pelo sensor. Esta parte constituinte do detetor efetua a distinção dos estados de repouso, interrupção e alarme.
- Unidade de transmissão, envia informações para a CDI, que representam os estados de serviço de perturbação, de alarme ou de sinalização. Informação para a identificação do detetor também pode estar incluída. Estas informações serão recolhidas pelas CDI que posteriormente efetua as programações e controlo de todos os sistemas e alertas de um SADI.

Um detetor de incêndio deve ser capaz de detetar o mínimo princípio de incêndio, ser fiável e preciso. Com o desenvolvimento da tecnologia, os detetores mais recentes, possuem características capazes de detetarem vários fenómenos de um incêndio de uma vez, possuindo uma melhor resposta e uma grande imunidade aos falsos alarmes. Obviamente que o sucesso da deteção não passa apenas pela sensibilidade do detetor e do seu princípio de funcionamento, mas fundamentalmente da escolha correta para a sua aplicação, o tipo de incêndio, os fatores ambientais condicionam a escolha de um detetor. Por isso atualmente, existe uma grande variedade de detetores com diferentes tipos de funcionamento no mercado [9].

5.5.1. DETETORES DE FUMO

5.5.1.1. GENERALIDADES

Uma grande parte dos incêndios produz fumo, o que permite que os detetores identifiquem o fenómeno muito rápido sem grandes dificuldades. Também por isso, grande parte de um SADI é constituída em cerca de 80% por este tipo de detetores. Têm a desvantagem de não detetarem fumos provenientes da combustão de líquidos inflamáveis e também em locais onde se verifiquem a libertação de fumos, poeiras e vapores a sua utilização não é recomendada. As áreas típicas de aplicação destes detetores são, escritórios, salas de

computadores/*datacenter*, salas de comunicação, locais onde é proibido fumar e escritórios [19].

Quanto ao princípio de funcionamento os detetores de fumos podem ser divididos nos seguintes tipos:

- Detetores iónicos;
- Detetores óticos.

5.5.1.2. DETETORES IÓNICOS

Utilizam uma pequena quantidade de material radioativo, que ioniza o ar dentro de uma câmara de ionização, tornando-o condutor, permitindo a criação de uma corrente elétrica que percorre o ar entre os dois sentidos. Quando as partículas de fumo entram na câmara de ionização, agrupam-se com átomos de carga elétrica, diminuindo a corrente como ilustra a Figura 20. Ao se verificar esta diminuição de corrente, o detetor ativa o alarme. Por legislação, atualmente não são utilizados pois são providos de uma fonte radioativa [9].



Figura 20. Princípio de funcionamento – Detetor iónico [19]

5.5.1.3. DETETORES ÓTICOS

A presença de partículas de fumo suspensas, afeta a propagação de luz no ar. Este fenómeno é aproveitado para se efetuar a deteção de duas formas distintas, difusão ou absorção de luz. Estes métodos utilizam componentes essenciais como uma fonte luminosa, uma célula fotoelétrica e um invólucro projetado para permitir acesso ao fumo, mas não a qualquer luz exterior. A Figura 21 mostra um detetor ótico de fumo.



Figura 21. Detetor ótico - Siemens FDO241 [32]

- **Detetores de fumo por dispersão de luz:**

Como o nome indica, este tipo de detetores mede a dispersão de fumo na luz, ou seja, o fumo ao entrar no detetor provoca uma reflexão na luz incidente para a célula fotoelétrica. Quando não existe fumo, a luz emitida pela fonte luminosa é completamente absorvida, Figura 22, com a existência partículas de fumo, a luz é absorvida e a célula fotoelétrica é ativada, dando o alarme. A célula fotelétrica usada nestes casos pode ser um foto-díodo, ou foto-transístor, fonte emissora mais comum destes detetores consiste num LED emissor de infravermelhos. A densidade do fumo é decisiva para a intensidade do sinal [19].

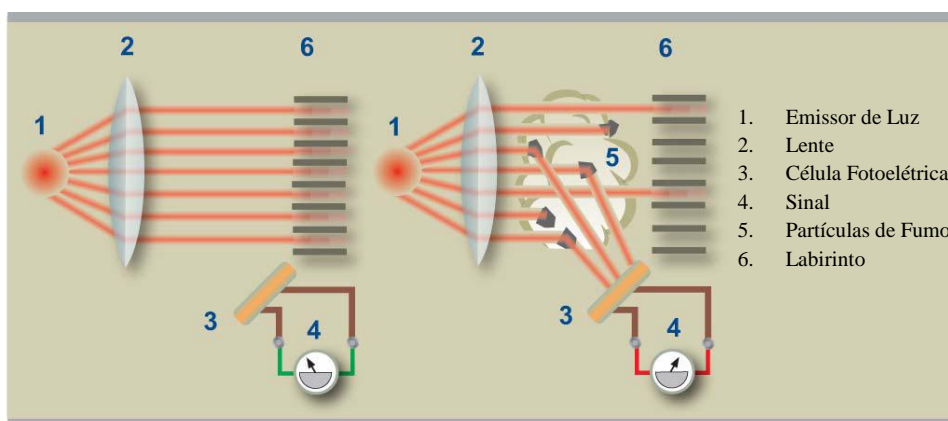


Figura 22. Principio de funcionamento – Detetor ótico por dispersão de Luz [19]

- **Detetores de fumo por absorção de luz:**

Este tipo de detetor, detetor de feixe de luminoso, mede a atenuação de luz causada pelas partículas de fumo, Figura 23. Ou seja, quando as partículas de fumo interferem com o feixe de luz, que está continuamente a incidir na célula fotoelétrica, existe uma diminuição de corrente/tensão e o consequente alarme. No entanto, se isso acontecer, o alarme não dispara imediatamente, mas soa um aviso em primeiro lugar.

O detector de fumo por absorção, deteta fumo claros e escuros, aerossóis e tem um comportamento uniforme. É adequado para uma deteção precoce de todos os fogos que produzem partículas de fumo visível [19].

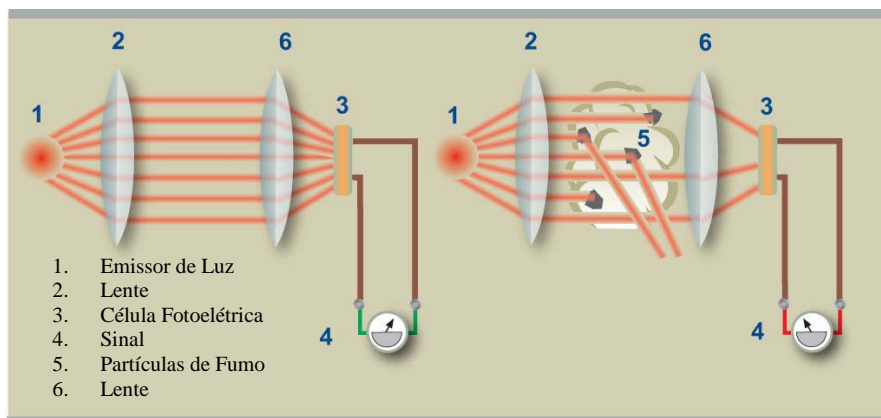


Figura 23. Princípio de funcionamento – Detetor ótico por absorção de Luz [19]

Quanto à função desempenhada os detetores de fumos podem ser classificados nos seguintes tipos:

- Multipontuais;
- Sistemas de aspiração;
- Detetores lineares.

5.5.1.4. SISTEMAS DE ASPIRAÇÃO

Dos detetores de fumo existentes no mercado, os detetores de fumo por aspiração, são os mais sensíveis e por isso possuem um preço mais elevado do que os restantes. O seu uso é aconselhável em situações que a deteção necessária seja a mais precoce e fiável possível e a altura do pé direito. Na Figura 24, é possível observar que para proteger a área onde se encontra instalado, o ar é extraído continuamente através de uma rede de tubos com pequenos orifícios, utilizando para o efeito, um ventilador. Esse ar aspirado atravessa uma rede de filtros, que evitam que partículas de poeira cheguem à câmara de deteção, e chegando a esse ponto caso existam vestígios de fumo é acionado o sinal de alarme. A amostra de ar que chega à câmara de deteção é exposta a um laser, que caso depois tem um funcionamento semelhante a um detetor ótico por dispersão de luz, Figura 25 [19].

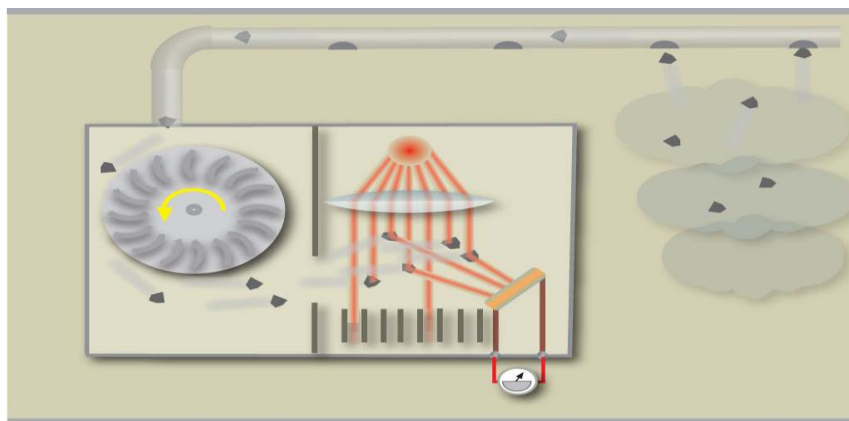


Figura 24. Princípio de funcionamento – Detetor por aspiração [19]

Este tipo de detetor ainda possui um sistema que permite comparar a amostra recolhida com variáveis pré-definidas, evitando assim falsos alarmes. A sua instalação é aconselhável em áreas onde é indispensável uma deteção muito precoce, em que o fumo é muito difícil de detetar e em que a aparência é um fator fundamental. Instalações como armários técnicos, bastidores, salas de computadores, hospitais, museus, catedrais e galerias de arte são ideais para a sua utilização.

A Figura 25 mostra um exemplo de um detetor de fumo por aspiração.



Figura 25. Exemplo de detetor de fumo por aspiração – Siemens VLF500 [32]

5.5.1.5. DETETORES DE CONDUTAS

Estes detetores são instalados nas condutas de ar condicionado e garantem uma constante monitorização do ar e o seu funcionamento á baseado no princípio de dispersão de luz.

O ar da conduta de ventilação é constantemente direccionado câmara de análise do detetor, que é concebido para o efeito. O ar passando pelo tubo de amostragem e encaminhado para câmara de análise que verificará a existência de partículas de fumo, caso sejam identificadas, o detetor envia o sinal de alarme.

A Figura 26 mostra um exemplo de detetor de conduta.



Figura 26. Detetor de conduta – Siemens FDBZ292

5.5.1.6. DETETORES LINEARES DE FUMO

Os detetores lineares de funcionam de acordo com o princípio de absorção de luz. Neste tipo de detetores o emissor de luz e o recetor são separados, ao contrário do que acontece nos detetores óticos de fumo. Como podemos observar na Figura 27, o emissor de luz envia um feixe de luz, e quando não existe fumo, este feixe atinge o recetor na sua intensidade máxima. Caso exista fumo entre o emissor e o recetor, parte da luz emitida é absorvida pelo fumo, ou seja, parte da luz emitida não chega ao recetor significando uma redução de sinal e consequente alerta por parte do detetor [19].

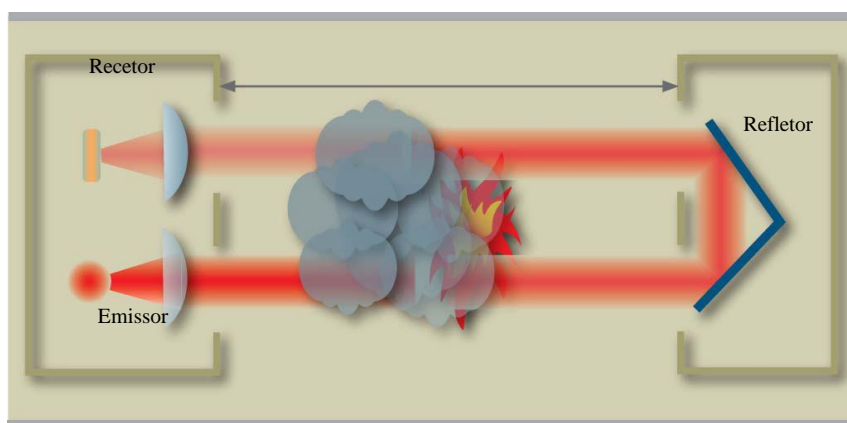


Figura 27. Princípio de funcionamento – Detetor Linear [19]

Os detetores lineares, são normalmente usados para medir seções de 5 m a 100 m e mesmo baixas concentrações de partículas de fumo causam atenuações do sinal no recetor. É caracterizado por detetar quaisquer partículas de fumo e aerossóis, possui um funcionamento muito uniforme e é utilizado para uma deteção de incêndio precoce. São aplicados em espaços muito altos como hangares e átrios, áreas com forte risco de sujidade dos detetores e edifícios históricos onde a instalação de detetores normais não é desejada por razões estéticas [9].

A Figura 28 mostra um exemplo de um detetor linear de fumos.



Figura 28. Detetor Linear – Siemens FDL241-9 [32]

5.5.2. DETETORES TÉRMICOS

5.5.2.1. GENERALIDADES

Detetores Térmicos, Figura 29, são equipados com um sensor de temperatura, são bastante fiáveis e possuem uma baixa taxa de falsos alarmes comparativamente com os restantes. No entanto, a deteção de incêndio só é possível numa fase adiantada do fogo, por isso é recomendado que a sua instalação seja feita em espaços pequenos onde se esperam fogos rápidos e de alta temperatura, espaços em que as condições ambientais não permitam a instalação de outro tipo de detetor ou não seja necessária uma deteção precoce. Normalmente são aplicados em cozinhas e cantinas que possuam um teto baixo, armazéns de combustíveis líquidos e interligação em instalações de refrigeração, onde existe uma névoa que é produzida pela condensação [9].

Existem vários tipos de detetores térmicos, que aproveitam fenómenos provocados pelo calor em alguns materiais como a fusão de metais, a dilatação em sólidos, gases ou líquidos e efeitos termoelétricos. Os dois tipos mais utilizados são os detetores de máxima temperatura e o velocimétricos.



Figura 29. Detetor Térmico – Siemens FDT221 [32]

5.5.2.2. DETETORES DE MÁXIMA TEMPERATURA

Neste tipo de detetores, a temperatura máxima é definida, quando este limite é atingido o detetor envia o sinal de alarme. Normalmente estes detetores funcionam com termístores, um elemento fusível ou um líquido que se poderá expandir. Como em todos os detetores este também possui desvantagens que passam pelo atraso térmico. Este fenómeno consiste no tempo de espera até que o ar quente, proveniente do incêndio, chegue ao detetor. A temperatura do espaço também condiciona o funcionamento, porque num ambiente frio o detetor demorará mais tempo a atuar [19].

5.5.2.3. DETETORES TERMOVELOCIMÉTRICOS

Os detetores termovelocimétricos só atuam quando a temperatura aumenta a uma determinada velocidade ($^{\circ}\text{C}/\text{min}$), se a temperatura medida excede este valor o alarme é ativado. Por este motivo não devem ser instalados em locais onde a evolução da temperatura seja muito rápida, como é o caso de cozinhas e lavandarias. A estrutura mais comum destes detetores é a que apresenta termístores, um que é exposto às mudanças de temperatura e outro que serve como referência. Ao originar-se o incêndio o termístor exposto tem um aumento maior de temperatura relativamente ao de referência, esta situação é registada pelo detetor e assim é dado o alarme [19].

5.5.2.4. DETETORES LINEARES DE CALOR

Constituído por um cabo sensor e uma central para avaliação e processamento. Ativam o alarme de incêndio em caso de um aumento de temperatura pré-definido ou quando a máxima temperatura é excedida. São instalados em locais onde a temperatura necessita de ser monitorizada por longas distâncias, mas também em ambientes muito agressivos com altas temperaturas ou elevados indices de humidade [19].

As aplicações mais comuns deste tipo de detetor são em tuneis rodoviários, indústria química, minas e plataformas petrolíferas.

5.5.3. DETETORES DE CHAMA

5.5.3.1. GENERALIDADES

Os detetores de chama convertem a radiação eletromagnética emitida pelas chamas num sinal elétrico. A chama originada pela queima da maioria dos materiais encontra-se num espetro de radiação suficientemente amplo para que seja detetada por qualquer detetor de chamas.

Estes detetores são considerados de ação rápida e quando bem aplicado podem detetar incêndios mais rapidamente do que um detetor de fumo ou temperatura, no entanto, para situações onde a combustão dos materiais é lenta, não são adequados. Normalmente são aplicados em zonas de armazenamento de combustível e em situações onde possam ocorrer explosões ou fogos de evolução muito rápida.

Podem funcionar por deteção de radiação ultravioleta, radiação infravermelha ou combinação das duas. A Figura 30, mostra um detetor de chamas por radiação infravermelha.



Figura 30. Detetor de Chamas – Siemens FDF221-9 [32]

5.5.3.2. DETETOR DE CHAMA POR RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA

Reage à radiação emitida pelas chamas numa pequena gama de radiação ultravioleta, aproximadamente 0,2 μm .

São normalmente constituídos por um foto-díodo, que ao detetar a radiação proveniente da chama liberta uma corrente elétrica. Quando a corrente gerada for suficiente para atingir o valor pré-definido, inicia-se o alarme, Figura 31.

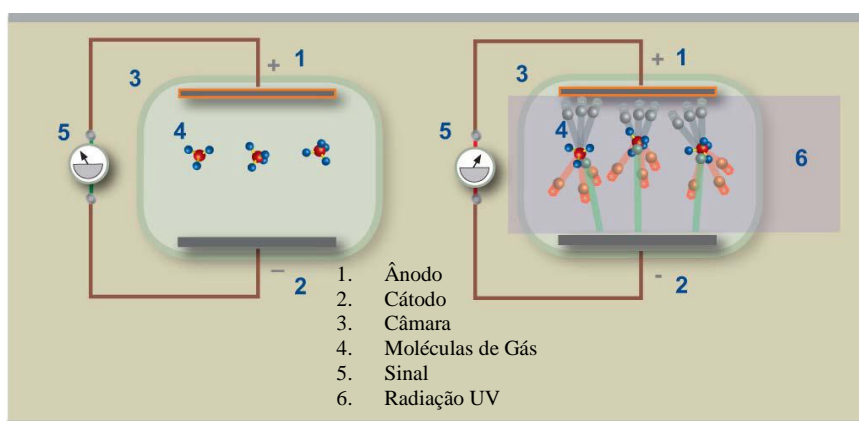


Figura 31. Princípio de funcionamento – Detetor de Chamas por radiação UV [19]

Capazes de detetar todos os tipos de incêndio, são resistentes à luz solar e luzes fluorescentes. No entanto as fontes mais comuns de criarem falsos alarmes incluem relâmpagos, arcos

elétricos de soldadura elétrica, raio-X e materiais radioativos. A sujidade neste tipo de detetor também deve ser evitada a todo o custo, pois a sua sensibilidade irá diminuir. Isto acontece porque a radiação ultravioleta pode ser absorvida por óleos, gorduras, vidros e fumos, pelo que deverão ser tomadas medidas para que o funcionamento do detetor não seja perturbado.

5.5.3.3. DETETOR DE CHAMA POR INFRAVERMELHOS

Os detetores por infravermelhos funcionam na gama dos 4,3 μm , que ocorre durante a combustão de materiais que contêm carbono. A radiação das chamas é filtrada no detetor por um filtro de infravermelhos, Figura 32, de tal forma que apenas o valor pré-definido ativa o sensor. Este sensor apenas responde a uma mudança da intensidade de radiação e produz um sinal elétrico, ativando assim o alarme.

Os possíveis fatores para a existência de falsos alarme nestes detetores são causados pela radiação solar ou algum tipo de gás que interfira na visão do detetor.

Os detetores de chama por infravermelhos são adequados para incêndios de materiais líquidos, gasoso que produzam fumo na sua combustão e produtos que contenham carbono, como o caso da madeira e plásticos, no caso da combustão de hidrogénio e enxofre este detetor já não assegura a deteção de incêndio pois estes materiais não possuem carbono na sua composição [19].

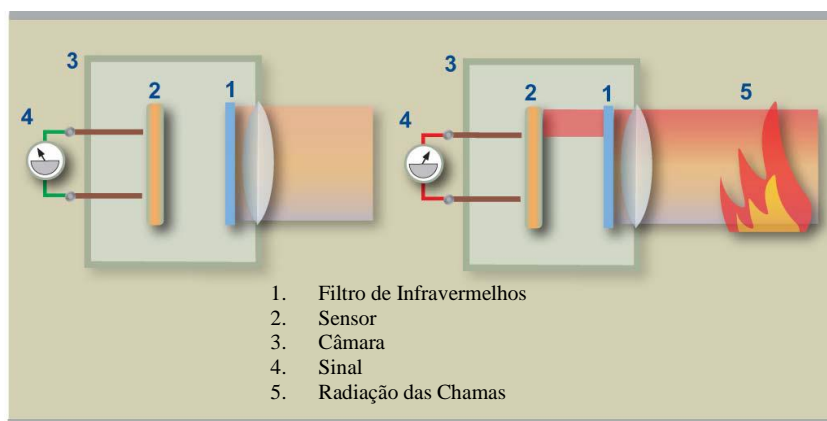


Figura 32. Princípio de funcionamento – Detetor de Chamas por IR [19]

5.5.4. DETETORES DE GÁS

Os detetores de gás utilizados na detecção de incêndio são os que detetam CO, produzido no caso de uma combustão incompleta e CO₂ produzido pela combustão completa do material. Por serem concebidos para detetar apenas um tipo de gás proveniente da combustão ignoram outros gases que podem ser produzidos em caso de incêndio no local alvo de proteção. São muito úteis em locais em que os fogos sejam controlados.

Caso o incêndio produza muito fumo, a combustão é incompleta devido às baixas temperaturas do fogo, por este motivo as partículas de fumo são maiores e uma grande quantidade de CO é produzido. Assim, a aplicação de um detetor de CO é a mais indicada, apesar de possuir algumas limitações quando a área a proteger é de grandes dimensões. Este tipo de detetor funciona através de um semicondutor, em que a detecção dos gases provenientes da combustão cria uma mudança de condutividade no semicondutor e respetivo sinal de alarme.

Por outro lado, incêndios em que existe uma grande quantidade de chamas e combustão de uma grande quantidade de material em pouco tempo são associados a altas temperaturas e a uma elevada produção de CO₂. A detecção de CO₂ é muito difícil, sendo o mais usual a detecção ser efetuada por sensores térmicos, que ao sentirem aumento de temperatura dão o sinal de alarme. Este tipo de detetor é mais adequado para a detecção de fogos com altas temperaturas, possuindo muitas limitações em fogos latentes.

5.5.5. DETETORES MULTISENSOR

Os detetores de multisensor de incêndio são equipados com dois ou mais sensores. Estes sensores são interligados e permitem uma detecção precoce e altamente fiável do incêndio.

A combinação pode ser de sensores de fumo, térmico e de gás, pois existem várias ofertas no mercado, sendo a combinação mais comum a utilização de sensores térmicos e óticos de fumo no mesmo detetor, Figura 33. Com a utilização de detetores multisensor é possível aumentar a eficácia da proteção, nomeadamente em áreas onde sejam previsíveis diferentes tipos de fogo, sem se aumentar significativamente o custo. As áreas típicas de instalação destes detetores são escritórios, quartos de hotel, restaurantes onde não permitido fumar, parques de estacionamento públicos e salas de produção onde podem ocorrer fenómenos enganosos [9].



Figura 33. Detetor Multisensor – Siemens FDOOTC241 [32]

5.5.6. TECNOLOGIA DE DETETORES

5.5.6.1. TECNOLOGIA ALGORÍTMICA

Os detetores que possuem esta tecnologia efetuam análises ao sinal em curtos intervalos de tempo. São equipados com um microprocessador e os sinais dos sensores são divididos em componentes matemáticas sendo depois compensados com algoritmos programados (regras matemáticas). A característica deste algoritmo é definida pela sua parametrização, em que a comparação entre os valores calculados com os predefinidos pelo detetor resulta no nível de perigo correspondente.

Esta tecnologia não garante um comportamento excelente de deteção, pois é afetada pela forma como os sinais do sensor são discriminados pelos algoritmos e pelo conjunto de parâmetros predefinidos fornecidos no detetor. As propriedades dos detetores com este tipo de tecnologia são as seguintes [19]:

- O comportamento é dinâmico e apenas é possível quando o sinal do sensor é observado ao longo período total de tempo em que o fenómeno é eficaz. A intensidade do sinal, a taxa de variação e a variação do sinal do sensor são determinantes para a deteção;
- Os algoritmos (regras matemáticas) devem ser estabelecidos de tal forma que a combinação de todos os parâmetros disponíveis permita a deteção de todos os tipos de desenvolvimento de incêndio;
- Os parâmetros que são ajustados têm que ter impacto nos algoritmos e nos valores predefinidos no detetor. Os algoritmos fixos são especificamente definidos especificamente para o tipo de incêndio e condições ambientais que se encontram na instalação. É assim possível adaptar o detetor a vários tipos de incêndio, garantido um deteção de incêndio o mais rápida possível.

5.5.6.2. ASATECHNOLOGY

Este tipo de tecnologia é a evolução da tecnologia algorítmica e foi desenvolvida e patenteada pela *Siemens*. O comportamento da detecção pode ser adaptado ao tipo de aplicação em causa, devido ao conjunto de parâmetros ajustáveis. A principal diferença entre esta tecnologia e a algorítmica é a interpretação em tempo real da situação e o ajuste automático de um conjunto de parâmetros. Isto permite que o campo de aplicação do detetor seja aumentado, porque a existência de um conjunto de parâmetros que não são estáticos permite que se modifiquem de acordo com os sinais do sensor, ou seja, o detetor tem uma maior dinâmica e em caso de incêndio responde de forma mais sensível. Em caso de falsos alarmes, os detetores com ASATechnology são mais robustos do os que utilizam tecnologia algorítmica e permitem uma detecção de incêndio precoce e imune a falsos alarmes [19].

5.5.7. BOTÕES MANUAIS DE ALARME

Devem possuir o mesmo método de operação em toda a instalação, quebra de vidro ou por acionamento de chave, por exemplo, têm como função desencadear o alarme de incêndio quando os ocupantes do edifício o detetam. Os botões de alarme manual também podem ser endereçáveis, possibilitando a sua instalação no *loop* de detetores, o que permite que na mensagem de alarme da CDI seja identificado a sua localização.

Estes botões devem ser diferenciados de outros dispositivos destinados a outros fins. A Figura 34 mostra um botão manual de alarme.



Figura 34. Botão de Alarme Manual – Siemens FDM221 [32]

5.5.8. SIRENES DE ALARME

Este equipamento é responsável pelo sinal de alarme acústico. Nos sistemas atuais a instalação de sirenes de alarme é possível ser incluída na linha de detetores e assim permitir uma rápida atuação em caso de alarme nessa mesma linha. O facto de permitir que as sirenes sejam integradas na linha dos detetores faz com que os custos do projeto sejam relativamente

diminuídos devido à diminuição de cablagem. A Figura 35, mostra um exemplo de uma sirene endereçável.



Figura 35. Sirene Endereçável - Siemens FDS221-R [32]

As sirenes não endereçáveis ainda são utilizadas, Figura 36, as CDI mais recentes continuam a disponibilizar um *output* para a ligação destes elementos que apesar da evolução tecnológica são ainda muito utilizadas. Dependendo da central este elemento pode ter funções distintas de uma sirene endereçável que esteja inserida no *loop* de elementos, por exemplo, a linha de sirenes só é atuada em caso de evacuação do edifício ou recinto.



Figura 36. Sirene de alarme – Siemens DB3 [32]

5.5.8.1. NÍVEIS SONOROS

Qualquer sinal sonoro de alarme de incêndio deve ser tal que o som gerado deve ser audível acima de qualquer ruído ambiente. O som deve ter no mínimo 65 dB, mas deve ser sempre 5 dB superior a qualquer ruído que persista por um período superior a 30 segundos. Caso se pretenda que o alarme desperte pessoas adormecidas então o nível, à cabeceira da cama, deverá ser no mínimo de 75 dB. Estes níveis devem ser obtidos em qualquer local onde o alarme deva ser audível. O nível do som não deverá exceder os 120 dB em qualquer ponto em que possam estar pessoas. O som do alarme deve ser contínuo, apenas em situações especiais e como informação adicional, podem ser utilizadas sirenes intermitentes [18].

Relativamente ao número de dispositivos de alarme instalados, estes devem ser o suficiente para produzir o nível de som recomendado. Num edifício devem ser instaladas no mínimo duas sirenes, mesmo que o nível de som seja alcançado apenas com uma. Em cada compartimento corta-fogo deve ser instalada uma sirene. Em casos que se verifiquem em algumas zonas um elevado nível sonoro, pode ser preferível a instalação de um maior número de sirenes de baixo nível sonoro.

Existem também dispositivos visuais de alarme de incêndio, Figura 37, e estes apenas devem ser usados como complemento dos alarmes sonoros, e nunca usados isoladamente. Qualquer dispositivo de alarme deve ser claramente visível e distinto de outros sinais visuais existentes no edifício. A Figura 37, mostra um exemplo de uma sirene ótico-acústica que pode ser utilizada por exemplo em locais ruidosos e em espaços frequentemente utilizados por pessoas com deficiências auditivas.



Figura 37. Sirene com alarme visual – Siemens FDS229 [32]

5.5.9. MÓDULOS DE INTERFACE

Os módulos interface são ligados na linha de equipamentos de campo de um SADI.

Podem ter várias aplicações, podem ser apenas módulos de *input/output*, módulos de controlo ou módulos de *inputs* e *output*. As aplicações mais comuns são:

- Atuação de alarmes;
- Ligação a redes de sistemas de extinção;
- Ligação a portas corta-fogo;
- Controlo da ventilação;
- Elevadores;
- Escadas rolantes;
- Cortinas corta-fogo;
- Registos corta-fogo;

- T-Tabs para zonas com atmosferas explosivas.

A Figura 38, mostra um exemplo de um módulo de interface.

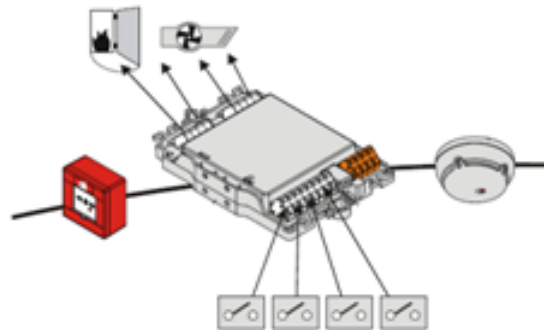


Figura 38. Exemplo de um Módulo de Interface [32]

5.5.10. SINALIZADORES DE ALARME

Os sinalizadores de alarme são muito utilizados em sistemas coletivos, para permitir uma redução do tempo na detecção do compartimento em alarme. São também instalados em situações em que o detetor não fique colocado à vista ou se tiver sido montado em tetos falsos ou pisos falsos. O sinalizador de alarme deve ser montado em corredores ou caminhos de acesso nas secções ou salas do edifício correspondentes.

A Figura 39, mostra um exemplo de um indicador de alarme de incêndio.



Figura 39. Indicador de Alarme - Siemens FDAI91 [32]

5.5.11. COMUNICAÇÃO À DISTÂNCIA

Os comunicadores telefónicos devem ser configurados como uma rede interna e permitir a comunicação com qualquer ponto do edifício, em caso de alarme de incêndio, incluindo a ligação ao telefone principal no painel de comunicação telefónica.

Esta rede pode ser constituída pelos seguintes elementos:

- Telefone Principal instalado no painel da central.

- Estações telefônicas de emergência distribuídas pelo Edifício.
- Telefones portáteis.
- Fichas telefônicas, distribuídas pelo edifício para ligação dos telefones portáteis.

5.5.12. SISTEMAS DE ALARME POR VOZ

Como complemento ao SADI, as instalações deverão estar dotadas, quando necessário, de um sistema sonoro, de forma a visar o bem-estar e preservação de vidas humanas e bens, através de uma rápida, ordenada, eficiente e segura evacuação do edifício.

A Figura 40 mostra um exemplo de uma central de sistema de alarme por voz.



Figura 40. Sistema de Alarme por Voz – Siemens E100 [32]

O sistema sonoro será destinado a efetuar comunicações de emergência, permitindo providenciar para todas as zonas:

- **Sinalização de Emergência:** Informação de emergência por microfone, mensagens digitalizadas de emergência e tons de emergência;
- **Sinalização de Evacuação:** Informação de evacuação por microfone, mensagens digitalizadas de evacuação e tons de evacuação;
- **Transmissão de Mensagens:** Informações e *paging* por microfone e informações digitalizadas.

A central de comunicação à distância deverá ser localizada na recepção ou sala de segurança. Esta central estará devidamente equipada com todos os órgãos necessários ao seu funcionamento e exploração.

Será assim instalado um sistema de alarme por voz, que deverá cobrir todos os espaços do edifício. Dada a configuração do edifício, serão utilizados equipamentos que estejam de acordo com uma filosofia de segurança garantindo uma fiabilidade máxima.

O sistema baseia-se na utilização de linhas de altifalantes distribuídas de forma a fazerem uma total e eficaz cobertura de todo o edifício. Os dispositivos a instalar deverão ser os adequados a cada espaço.

Este sistema poderá ainda proporcionar às equipas de segurança e de combate ao incêndio, um sistema de comunicação interno, composto por uma rede telefónica dedicada, telefones de emergência, telefones portáteis para ligação em tomadas distribuídas pelo edifício.

Figura 41 mostra vários exemplos de elementos constituintes de comunicação à distância.



Figura 41. Elementos de comunicação à distância

Isto irá permitir a rápida comunicação com a central, a qual possuirá um telefone central, a partir de uma localização remota.

A central deverá permitir configurar e ligar uma rede interna de telefones, permitindo a comunicação com qualquer ponto do edifício incluindo a instalação de um telefone principal no painel da central.

Esta rede será constituída pelos seguintes elementos:

- Telefone Principal instalado no painel da central;
- Estações telefónicas de emergência distribuídas pelo edifício;
- Telefones portáteis;
- Fichas telefónicas, distribuídas pelo edifício para ligação dos telefones portáteis.

5.6. ALIMENTAÇÃO

A alimentação geral do sistema deve ser da rede pública, caso não seja possível ou por questões técnicas, a alimentação do SADI pode ser efetuada por sistemas privados de geração de energia, desde que estes apresentem, no mínimo, a mesma fiabilidade da rede pública. A alimentação do SADI deve ser feita por um equipamento apropriado, destinado a protegê-lo por isolamento, e localizado o mais perto possível do local de entrada de alimentação do edifício.

Em caso de falha da alimentação principal, uma bateria deve proteger todo o sistema de modo a que este continue em funcionamento. Em alguns casos, a alimentação, pode derivar de geradores de emergência ou de unidade de alimentação interrupta (UPS). Se um destes tipos de alimentação de emergência for disponibilizado a capacidade da bateria pode ser reduzida, mas deve sempre existir uma bateria destinada a este fim [18].

Segundo a NT n.º 12, a fonte de alimentação de emergência deve ser capaz de:

- Manter o sistema em funcionamento, pelo menos, em 72 horas. Após este período deverá ser capaz ainda alimentar o sistema de alarme em 30 minutos;
- Quando existe uma notificação imediata de avaria, localmente ou remotamente, e se existir um contrato de manutenção e assistência que preveja um período máximo de reparação inferior a 24 horas, a autonomia da fonte de alimentação pode ser reduzida de 72 horas para 30 horas. Este período pode ainda ser reduzido para 4 horas caso existam fontes sobresselentes no local em permanência, pessoal de reparação e um grupo de gerador de emergência. Na falta de uma destas condições, o período deve ser de 12 horas.

Estas situações são consideradas como normais, e caso exista a necessidade de períodos maiores os aumentos devem ser calculados.

5.7. CANALIZAÇÕES

5.7.1. TIPO DE CABOS

Estes elementos permitem a interligação de todos os elementos constituintes de um SADI e segundo a NT n.º12, devem satisfazer as condições e requisitos especificados pelos fabricantes dos equipamentos, regulamento e normas aplicadas, dando particular atenção à

capacidade do condutor e à atenuação do sinal. As recomendações e regulamentos nacionais relativos a tipos de cabo e respetiva instalação também devem ser respeitados.

As utilizações de uniões, para além das que estão inseridas em caixas de equipamentos, devem ser evitadas e se a situação for inevitável, estas devem ser encerradas em caixa de junção adequada, acessível e devidamente identificada para que não seja confundida com outros serviços [18].

Toda a cablagem elétrica que tenha propriedades resistentes ao fogo, ou seja cabos ignífugos, deve ser conforme as normas EN 13501-3 e EN 50200 e para isso deve ser consultado o Anexo II do RJ-SCIE. Em nenhuma situação as propriedades retardadoras da combustão devem libertar gases tóxicos e corrosivos [13].

Os métodos de junção e terminação devem ser escolhidos de forma a minimizar qualquer perda de sinal, fiabilidade e resistência ao fogo. Por exemplo um dos cabos utilizados, Figura 42, com condutores de cobre rígidos e resistente ao fogo.



Figura 42. Cabo JE-H(ST) H E90

5.7.2. MODOS DE INSTALAÇÃO

O modo mais utilizado para a instalação dos cabos de um SADI é à vista entubado em abraçadeiras. Outros tipos de instalação podem ser feitas, como em esteira, ductos e caleiras que quando utilizados deverão ter dimensões adequadas para permitir a fácil instalação e remoção dos cabos.

Os cabos de transporte de energia ou sinalização do sistema devem ser instalados de forma a evitar os efeitos adversos do sistema, considerando os seguintes fatores:

- Interferências eletromagnéticas;
- Possíveis danos causados pelo fogo;
- Danos mecânicos, que possam eventualmente causar, curto-circuitos entre o sistema e entre outros cabos;
- Danos devido a trabalhos de manutenção em outros sistemas.

Se necessário, os cabos de um SADI devem ser separados de outros cabos através de divisórias isolantes, ou ligados à terra, ou separados por uma distância adequada. Todos os elementos metálicos de um SADI devem ser separados de qualquer elemento metálico do sistema de proteção contra descargas atmosféricas, estas preocupações devem estar de acordo com a regulamentação nacional [18].

5.7.3. PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO, DANOS MECÂNICOS E INTERFERÊNCIAS ELETROMAGNÉTICAS

Os cabos devem ser instalados em áreas com baixo risco de incêndio, caso seja necessário a instalação em outras zonas e a falha destes impedir a receção de informação por parte da CDI, a operação dos dispositivos de alarme e o impedimento de recolha de informação do SADI por qualquer equipamento de proteção de incêndio ou o encaminhamento de alarme, os cabos devem ser ignífugos ou dotá-los de uma proteção para o efeito.

Se for necessário que os cabos funcionarem durante mais de um minuto após a deteção de incêndio estes devem resistir aos efeitos do fogo durante pelo menos trinta minutos, ou possuírem proteção para o efeito. Estes cabos podem incluir todas as interligações de um SADI.

Os cabos devem ser protegidos contra danos mecânicos, para isso recomenda-se a sua instalação em local adequado (caminhos de cabos ou ductos) e também devem possuir robustez mecânica adequada ao local onde se encontram instalados ou uma proteção para o efeito. Ao nível de interferência eletromagnéticas, os cabos não devem ser instalados em locais com níveis elevados deste fenómeno, prevenindo danos e falsos alarmes dos equipamentos [18].

5.8. GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA

Segundo o RT-SCIE, no artigo 78º, os Sistemas de Gestão Técnica Centralizada (GTC), não podem interferir com as instalações e sistemas de SCIE, podem sim receber informações destes sistemas e efetuar registos e outras operações desde que não colidam com as funções de segurança [17].

Num SADI, a um sistema que integra estas funções denomina-se de Gestão Centralizada de Perigos (GPC). Todos os dados relativos aos sistemas instalados no edifício devem ser concentrados para que sejam classificados numa estrutura hierárquica dividida em dois níveis,

o nível de gestão e o nível de automação do edifício. Ao nível da GCP existem vários subsistemas como:

- SADI;
- Sistemas Automáticos de Detecção de Gás (SADG);
- Sistemas Automáticos de Detecção de Intrusão e Roubo (SADIR);
- Sistema Automático de Controlo de Acessos (SACA);
- Circuito Fechado de Televisão (CFTV).

A integração destes subsistemas deverá ser a mais completa e consistente possível para representar a situação do perigo ao utilizador, potencializando uma forma fácil e simples de ver o estado de todos os subsistemas sem necessidade de deslocação até ao local afetado. O tratamento de eventos é a grande vantagem de um sistema de GCP, pois permite que a situação de perigo seja rápida e facilmente identificada, dando também todo o apoio na resolução e tratamento do problema. Este sistema também deve ser de operação intuitiva e disponibilizar toda a informação sobre o problema.

Um exemplo deste tipo de ferramenta é o MM8000 da Siemens, Figura 43.

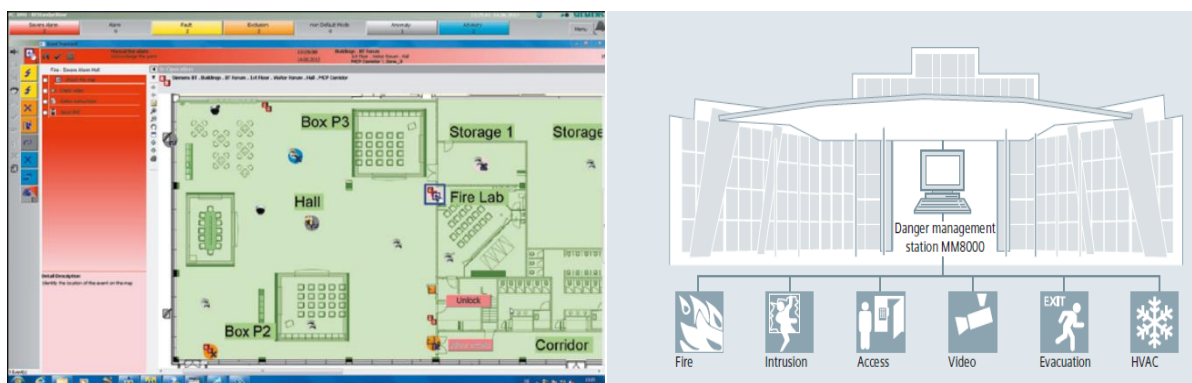


Figura 43. MM8000 – Siemens [32]

Todos os sistemas que são inseridos na ferramenta continuam a possuir toda a sua capacidade de autonomia como se não estivessem integrados. O objetivo é, claramente, o de dar condições de rapidez e eficácia na intervenção, reduzindo a margem de erro humana e elevando os índices de sucesso no controlo e limitação de danos.

Neste tipo de sistemas, além da integração dos subsistemas referidos anteriormente é possível a integração algumas condições de segurança dos sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC) e de outros sistemas.

As ferramentas de GCP possuem, entre outras, as seguintes funções:

- Ativar/Desativar algumas funções dos subsistemas interligados;
- Permitir a ativação de sequências pré-programadas;
- No caso de um SADI, ativar/desativar um único detetor, um grupo ou uma zona de detetores, para se efetuar alguns trabalhos de manutenção;
- Modificar a organização do alarme;
- Ativar comandos de um SADI como, portas corta-fogo, extração de fumo e controlo de elevadores;
- No caso do CFTV, posicionar e visualizar câmaras.
- Abertura e fecho de portas do SACA.

As informações podem ser dadas via texto ou graficamente com a introdução de desenhos da estrutura do edifício.

5.9. RECEÇÃO, EXPLORAÇÃO E MANUTENÇÃO

5.9.1. GENERALIDADES

A quando da receção de obra é necessário que o responsável técnico pela instalação efetue uma inspeção visual a toda instalação e verifique que todos os sistemas funcionam de forma correta. É aconselhável que neste período esteja presente o dono de obra e também o projetista responsável, podendo aproveitar nesta ocasião para estar o delegado da entidade emissora do parecer e que tem a missão de fiscalização.

Deve ser fornecido ao responsável da obra toda a documentação com as instruções de utilização, cuidados de rotina e testes do sistema, para além das plantas e memória descritiva do sistema instalado. Quando a verificação estiver completa de acordo com as solicitações do dono de obra o sistema deverá ser considerado como formalmente entregue. A entrega marca o ponto a partir do qual o dono de obra assume a responsabilidade do sistema.

Para assegurar o correto funcionamento de qualquer sistema, este deve ser sempre inspecionado e assistido, ou seja, é desejável que exista sempre uma manutenção preventiva e num SADI não é exceção.

O tipo de manutenção a ser executado deve ser estabelecido deve ser estabelecido imediatamente após a conclusão da instalação e o acordo é normalmente feito entre o dono de

obra e o fabricante, fornecedor ou outra entidade competente para o efeito. Este acordo deve especificar o acesso às instalações, o prazo no qual o equipamento deve ser repostado em caso de avaria, o número e o nome da empresa de assistência técnica da empresa devem ser afixados na CDI de forma visível [18].

A rotina de manutenção deve ser implementada e destina-se a assegurar o correto e contínuo funcionamento do SADI. Existem quatro rotinas de manutenção que podem ser adotadas [18]:

- Verificação Diária;
- Verificação Mensal;
- Verificação Trimestral;
- Verificação Anual.

5.9.2. VERIFICAÇÃO DIÁRIA

Diariamente, o proprietário e/ou operador deve assegurar:

- O registo no livro de ocorrências qualquer anomalia no sistema e a ação corretiva devem ser executados o mais rapidamente possível;
- Que os painéis indicam a condição normal e o registo de variações à condição normal são registadas no livro de ocorrências;
- O surgimento de qualquer alarme, desde o dia de trabalho anterior, é tratado e recebeu a devida atenção;
- Depois do sistema ser restaurado, após uma desativação, testar devidamente o sistema.

5.9.3. VERIFICAÇÃO MENSAL

Diariamente, o proprietário e/ou operador deve assegurar:

- O registo no livro de ocorrências qualquer anomalia no sistema e a ação corretiva devem ser executados o mais rapidamente possível;
- O gerador de emergência necessário está operacional; (Verificação do nível de combustível e reabastecimento, se necessário)
- As reservas de papel, tinta ou fita de qualquer impressora são adequadas;
- É registado qualquer defeito nos indicadores luminosos e que o dispositivo de teste funciona de acordo com a NP EN54-2:1997.

5.9.4. VERIFICAÇÃO TRIMESTRAL

Deve ser realizada uma vez a cada três meses e o proprietário e/ou operador deve assegurar que uma pessoa competente:

- Toma todas as ações necessárias para colocar o sistema no seu correto funcionamento e verifica todas as entradas no livro de registros;
- Testa pelo menos um detetor ou botão de alarme manual em cada zona, verificando assim se a CDI recebe o sinal, soa o alarme e aciona qualquer outro aviso programado.

5.9.5. VERIFICAÇÃO ANUAL

O proprietário e/ou operador deve assegurar que uma pessoa competente uma vez por ano:

- Execute e verifique rotinas de testes recomendados;
- Verifique o correto funcionamento de todos os detetores de acordo com as recomendações do fabricante.

Apesar do que foi mencionado anteriormente, é aconselhável que sejam verificados 25% dos detetores nas verificações trimestrais. Deve também ser assegurado um procedimento em que os agentes extintores não são libertados, efetuar uma inspeção visual para confirmar se todos os cabos e equipamentos estão bem ajustados, não danificados e bem protegidos. A verificação e teste a todas as baterias do sistema, caso tenham de ser substituídas por razões de tempo útil de vida e verificar se existiram alterações estruturais ou ocupacionais no edifício que afetem os requisitos para a localização de botões de alarme manual, detetores e sirenes.

Tal como nos outros procedimentos qualquer avaria deve ser registada no livro de registos e garantir que qualquer equipamento foi repostado em condições normais de funcionamento [18].

6. TÉCNICAS E TECNOLOGIAS DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE EXTINÇÃO DE INCÊNDIO

6.1. GENERALIDADES

Um Sistema Automático de Extinção de Incêndios (SAEI) deve ser capaz de prevenir que um incêndio se propague de forma a proteger objetos, salas ou edifícios das consequências graves de um incêndio.

Os corpos normativos e regulamentares em vigor definem os meios de extinção de incêndio a aplicar em diferentes situações e tipos de edifícios, em Portugal o Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (RT-SCIE) refere-se no artigo 173º aos agentes extintores por meio de água e o artigo 176º aos agentes extintores de incêndio que não utilizam água. O SAEI deve estar interligado com um Sistema Automático de Detecção de Incêndio (SADI), funcionando de forma conjunta, devendo ser concebidos de forma a possibilitar um rápido e eficaz meio de combate e extinção do incêndio.

Os agentes extintores mais vulgarmente utilizados são a água, a espuma, o pó químico e o gás. A água pode ser utilizada em forma de jacto, pulverizada em chuveiro ou em nevoeiro e em vapor de água. As espumas podiam ser químicas, mas já não se utilizam, sendo utilizadas espumas físicas que variam segundo espumíferos e o índice de expansão. A utilização de pós químicos, depende da classe de fogo e devem de obedecer às exigências de estabilidade, de dimensão de partículas, fluidez e toxicidade. Os agentes extintores gasosos são utilizados onde os agentes extintores que utilizam água podem provocar danos nos bens materiais. Estes agentes extintores são divididos em gases químicos, inertes e CO₂ e utilizam mecanismos de extinção distintos. O CO₂ por ser letal quando utilizado sob a forma de inundação total, não é considerado um agente limpo e o seu quadro normativo é completamente distinto dos agentes inertes. Paralelamente à escolha do agente extintor existe a necessidade de definir qual o tipo de proteção mais adequado:

- **Proteção do edifício** – Tem como objetivo a proteção da estrutura do edifício e ajudar na evacuação dos ocupantes e normalmente é obrigatório por lei e não apenas pelo cliente ou dono do edifício;
- **Proteção de uma sala** – Consiste na proteção dos processos existentes na sala ocupada, não é exigido por lei e normalmente é o cliente que pretende este tipo de proteção;
- **Proteção de objetos** – Em que o objetivo é proteger um equipamento ou objeto específico dentro de um compartimento ou sala.

Será também dedicada, neste capítulo, um segmento à extinção em micro ambientes, em que é utilizada uma extinção automática do tipo modular.

6.2. PRINCÍPIOS DE EXTINÇÃO

Os métodos existentes de extinção de incêndio baseiam-se no Tetraedro do Fogo, Figura 5. Focam-se no simples facto de que a carência de um dos elementos do Tetraedro do Fogo, combustível, comburente, energia de ativação e reação em cadeia, é suficiente para a extinção ou controlo de um incêndio. Os mecanismos de extinção são [11]:

- Remoção do Combustível;
- Remoção do Comburente;
- Arrefecimento;
- Inibição.

6.2.1. REMOÇÃO DO COMBUSTÍVEL

Consiste na diminuição da quantidade de combustível, ou material, que ainda não foi atingido pelo incêndio, ou no isolamento do campo de propagação do incêndio. Em caso de incêndio onde o combustível predominante é sólido (madeira e plásticos, por exemplo) a aplicação deste método é muito difícil. No caso de combustível líquido pode ser mais simples, através do esvaziamento de um tanque ou controlo de válvulas.

6.2.2. REMOÇÃO DO COMBURENTE

Surge na consequência da limitação ou impedimento do acesso ao comburente, ou seja, limitação de oxigénio. Com níveis de oxigénio inferiores a 13% na atmosfera já não é possível a criação de chama, no caso de combustíveis líquidos e gasosos e para combustíveis gasosos a extinção de incêndio dá-se com níveis de oxigénio inferiores a 8%. Este princípio de extinção é aconselhável para riscos em que ocorram fogos de classe B.

6.2.3. ARREFECIMENTO

Consiste em diminuir a temperatura do incêndio até que a temperatura do combustível em chamas se encontre a um nível que seja impossível a propagação do incêndio. O agente extintor mais utilizado é a água ou soluções aquosas, utilizados para quando existe riscos de fogos de classe A.

6.2.4. INIBIÇÃO

Carateriza-se pela interrupção da reação em cadeia, ou seja, impede a transmissão de energia de umas moléculas para as outras. O agente extintor mais usado para este tipo de extinção de incêndio é o pó químico.

6.3. INTEGRAÇÃO DO SISTEMA AUTOMÁTICO DE EXTINÇÃO DE INCÊNDIO

A deteção de incêndio deve estar, na zona a proteger, ligada à Central de Extinção. A central de extinção é um elemento fundamental e permite diferentes controlos de extinção e a organização do alarme pode ser adaptada a cada situação em particular. Estas devem ser autónomas e independentes para efetuarem o processo de extinção com base no sinal transmitido pelos elementos detetores.

6.3.1. CENTRAL DE EXTINÇÃO

A central de extinção, Figura 44, deve efetuar as seguintes funções:

- Atuar eletricamente nos SAEI anteriormente referidos;
- Poderem ser aplicadas em aplicações de vários tamanhos e permitir a utilização de detetores multisensor.
- Aturem só quando dois ou mais detetores derem sinal de alarme à central;
- Permitir a aplicação total do agente extintor ou por módulos;



Figura 44. Central de Extinção – Siemens XC1001 [32]

6.3.2. ORGANIZAÇÃO DO ALARME

A Figura 45 mostra como é efetuada a organização de um alarme de extinção.

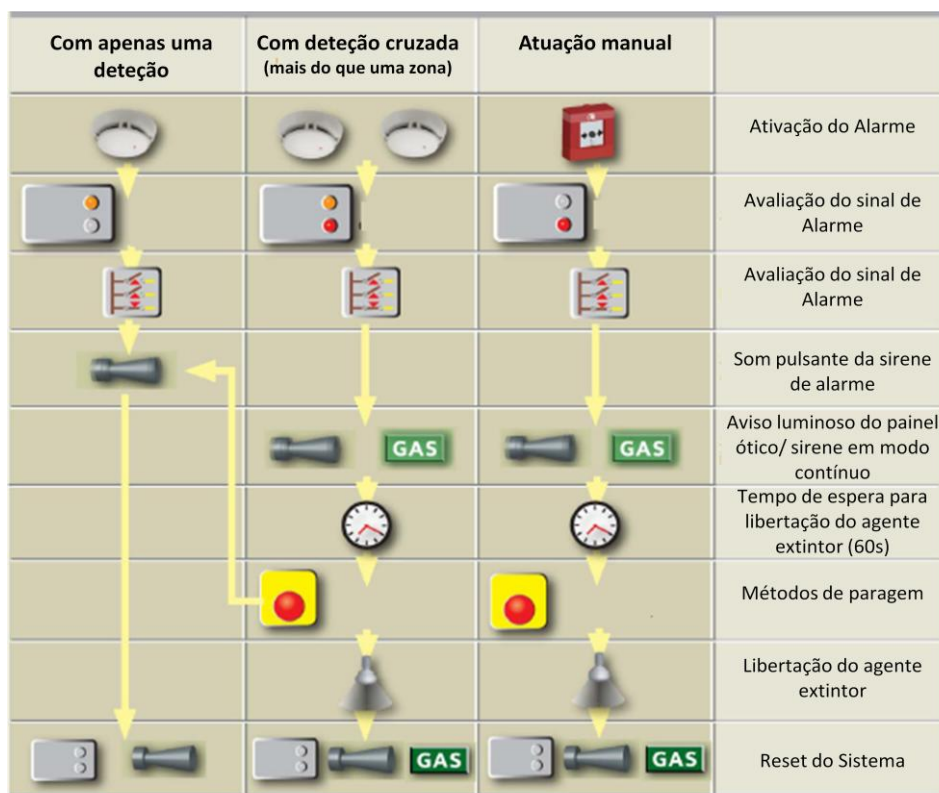


Figura 45. Organização de um alarme de extinção [19]

6.3.3. PROCESSO DE UM SISTEMA AUTOMÁTICO DE EXTINÇÃO DE INCÊNDIO

A Figura 46, mostra o processo de extinção em que os elementos detetores são ligados à central de extinção. Existe outro tipo de configuração, em que os elementos detetores e a própria CE se encontram no *loop* da CDI.

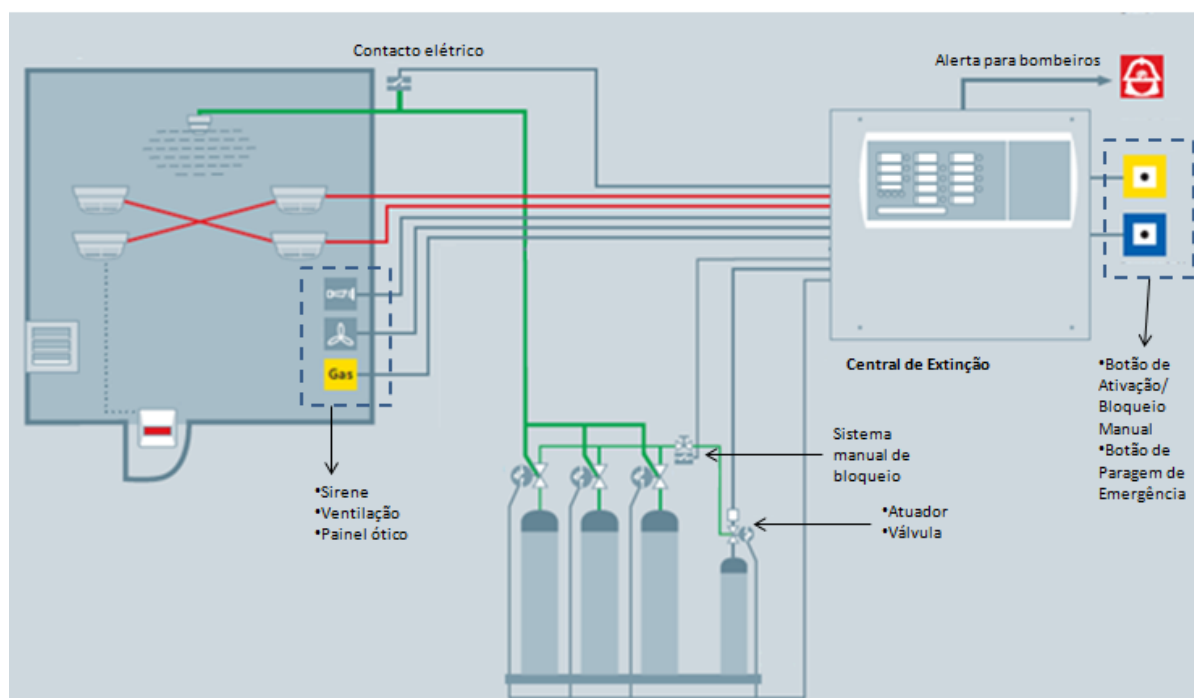


Figura 46. Diagrama de processo de extinção [19]

O processo de extinção automática é ativado depois da unidade de comando ter executado dois níveis de alarme – "Alarme de incêndio" e "Ativado".

Caso um detetor, da zona 1 por exemplo, detete um incêndio desencadeia um "Alarme de incêndio". A sirene de alarme é ativada e emite um som de cadência lenta, podendo o sistema ser reposto na central de extinção. Se outro detetor, da zona 2, detetar o mesmo incêndio na zona de extinção, ou se o botão manual de alarme for atuado, a central de extinção passa para o estado "Ativado". A sirene emite outro sinal de alarme mais pulsante. Durante este período de tempo, não é possível silenciar os alarmes sonoros e todas as pessoas devem ser evacuadas da zona de extinção. O período de pré-alerta pode ser configurado entre 5 a 60 segundos.

No fim do período de pré-alerta, inicia-se o processo de inundação/extinção. Simultaneamente é ativado o painel de aviso luminoso e o som da sirene de alarme passa de pulsante para um som fixo. Passado poucos segundos, o manómetro nos cilindros indica a libertação do agente

extintor. A partir deste momento, é possível silenciar os alarmes sonoros. O sistema apenas pode ser repostado após conclusão do tempo de extinção.

Por norma, a central de extinção desliga a ventilação, fecha os registos corta-fogo e fecha as portas que dão acesso à zona de extinção, quando a segunda zona de deteção entra em alarme e o sistema no modo “Ativado”. Logo que o processo de extinção estiver concluído, uma pessoa devidamente autorizada deve reiniciar o sistema para que voltem a funcionar normalmente.

Todo este processo é efetuado para que não exista a libertação do agente extintor em caso de um falso alarme dado por um detetor automático, por isso a existência de duas zonas de deteção de incêndio para a dupla confirmação de alarme e posterior libertação do agente extintor.

6.3.3.1. PARAGEM E BLOQUEIO

O botão de paragem de emergência é utilizado para a paragem temporária do processo de extinção iniciado durante o período de pré-alerta. Durante este período, as pessoas podem ser evacuadas da sala. A atuação do botão de paragem suspende o período de pré-alerta e o alarme sonoro muda de tonalidade. Quando o botão de paragem é atuado, o período de pré-alerta é retomado. Fora do período de pré-alerta, o botão de paragem não pode, em regra, ser utilizado [19].

Outro botão utilizado é o botão de cancelamento ou ativação manual. Este pode cancelar o processo de extinção iniciado ainda durante o período de pré-alerta. Fora do período de pré-alerta, e em caso de incêndio este botão é utilizado para a ativação manual do processo de extinção.

Existe também um dispositivo de bloqueio mecânico, utilizado para bloquear o processo de extinção durante a realização de trabalhos de manutenção. Em regra é utilizado em sistemas de extinção por CO₂ e não pode ser influenciado ou comandado pela central de extinção. O dispositivo de bloqueio mecânico pode ser configurado para o estado "fechado" ou "aberto", normalmente por meio de alavanca. A posição "fechado" é indicada na unidade de comando da central de extinção. Se o dispositivo de bloqueio mecânico não estiver nem "fechado" nem "aberto", a unidade de comando da central de extinção indica uma "avaria" do dispositivo.

Outro dispositivo de bloqueio utilizado é contacto magnético de porta para bloquear a ativação do processo de extinção em caso da realização de trabalhos de manutenção. Em regra, esta opção de bloqueio é utilizada para áreas de extinção não guarneçadas. Se a porta que dá acesso à área de extinção for aberta, a ativação do processo de extinção fica bloqueada, mas no entanto, a ativação manual continua a ser possível. Em regra, esta opção de bloqueio é utilizada em armários de equipamento elétrico ou para efeito de proteção de objetos.

6.4. SISTEMAS DE EXTINÇÃO POR ÁGUA

6.4.1. GENERALIDADES

A água é agente extintor mais antigo e mais comum existente. A grande maioria dos incêndios é originada por materiais sólidos e podem ser facilmente extintos com água. Conforme referido anteriormente a água utilizada como agente extintor extingue um incêndio por arrefecimento podendo ser utilizada sob a forma de jato, pulverizada ou finamente pulverizada e em vapor [20]. O dimensionamento deste sistema está muito assente em normas internacionais como a Norma Europeia (EN) 12845 e a *National Fire Protection Association* (NFPA) 13, em Portugal a Nota Técnica (NT) n.º16 é a base de consulta para projetistas, instaladores e entidades fiscalizadoras.

6.4.2. SPRINKLERS

Uma rede de *sprinklers* é um sistema fixo de extinção, integrado no edifício que processa uma descarga automática de água sobre um foco de incêndio em densidade adequada para controlo ou extinção do mesmo. Consiste por isso na instalação e distribuição de uma rede de tubulação hidráulicamente dimensionada na qual são previstos os bicos de *sprinklers* uniformemente distribuídos.

O objetivo de um sistema *sprinkler* é a proteção dos edifícios, apesar disso a proteção de bens materiais e dos ocupantes não pode ser negligenciada. Este sistema é ativado automaticamente quando a temperatura medida pelo *sprinkler* é superior ao valor máximo estabelecido. Os *sprinklers*, embora sendo um sistema de segurança autónomo, funcionam também como um complemento da deteção de incêndio porque é normalmente ligado ao SADI que emite o sinal de alarme e alerta as forças de intervenção.

6.4.2.1. INSTALAÇÕES STANDARD

Numa instalação *standard* as cabeças pulverizadoras possuem um elemento detetor térmico que atua por ação do calor. A Figura 47 mostra a arquitetura geral de uma instalação *standard* com *sprinkler*.

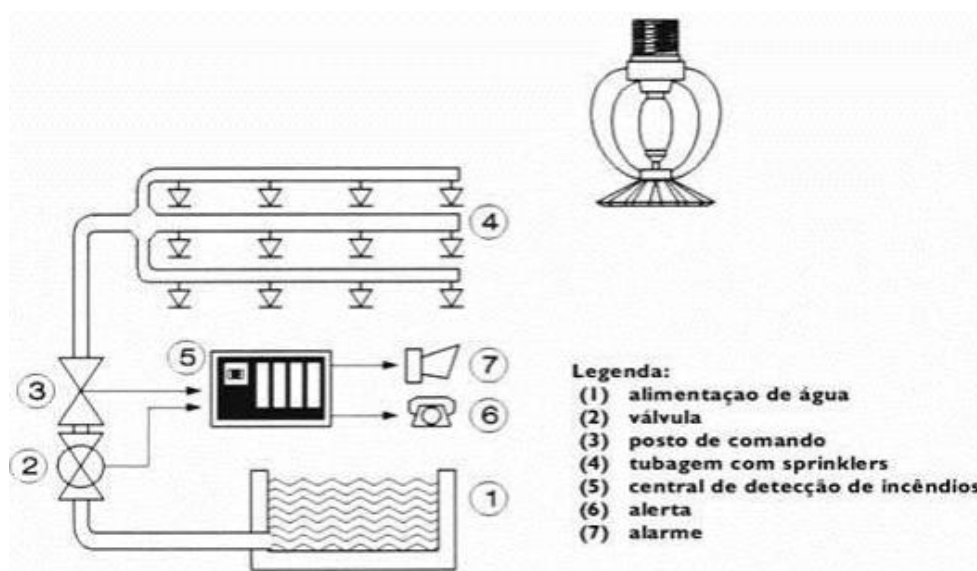


Figura 47. Instalação básica de um Sistema *Sprinkler* [20]

Basicamente um sistema *sprinkler standard*, de acordo com a NT n.º16 pode ser dividido em três tipos [20]:

- **Sistema Húmido** – No qual são utilizados *sprinklers* automáticos contendo água na sua tubagem, que está ligada através de um posto de comando aberto a uma fonte abastecedora de água de modo a que esta seja imediatamente descarregada quando os *sprinklers* são ativados pela ação do calor do incêndio;
- **Sistema Seco** - Os *sprinklers* automático são instalados em tubagem contendo ar comprimido de modo que o posto de comando contenha a água a montante de si, só atuando e abrindo válvulas, depois de um ou mais *sprinklers* atuarem e provocarem a perda de pressão de ar nas tubagens. Este sistema é mais utilizado em zonas ou países onde existe o risco da água congelar nas tubagens;
- **Sistema de Pré-Ação** - São utilizados em salas onde a ativação do *sprinkler* pode originar alguns danos e por isso o sistema é combinado com o SADI. As tubagens a jusante do posto de comando estão secas e apenas são alimentadas com água quando

um SADI deteta o incêndio, ficando assim cheias de água. No entanto, a atuação do *sprinkler* só é realizada quando estes forem abertos pela ação do calor do incêndio.

6.4.2.2. INSTALAÇÕES DILÚVIO

A instalação de *sprinkler* por dilúvio, Figura 48, funciona de uma forma diferente das anteriores. Todos os *sprinklers* do sistema são abertos ao mesmo tempo e não são dotados de detetores térmicos. A distribuição é uniforme e a água está ligada a uma rede de abastecimento pelo posto de comando, que só é aberto pelo SADI instalado no mesmo local do *sprinkler*, ou por comando manual. Quando a detecção é efetuada a água percorre a tubagem e atua ao mesmo tempo em toda a rede *sprinkler*. Utilizam-se estes sistemas quando se pretende uma descarga uniforme e simultânea em toda a área coberta pela rede *sprinkler* ou quando os incêndios têm um desenvolvimento muito rápido [20].

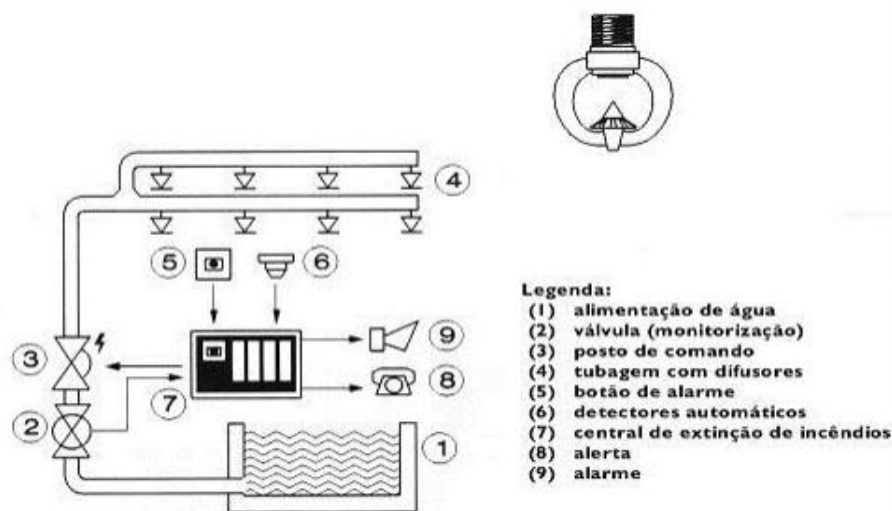


Figura 48. Instalação de *Sprinkler* por dilúvio [20]

6.4.2.3. SISTEMAS NEBULIZADORES

Os sistemas nebulizadores de água, em comparação com os *sprinklers*, funcionam com volumes de água mais pequenos. Podem ser considerados como substitutos dos *sprinklers*, pois são tão fiáveis como estes. Em contraste com os sistemas convencionais, estes dispersam gotas de água muito menores devido à pressão aplicada (100 bar) e defletores especiais para obterem um maior arrefecimento, por conseguirem um campo de aplicação maior.

6.4.3. COMPONENTES

No mercado existe uma grande variedade de modelos em que as suas características variam essencialmente no tipo de elemento de sensor de temperatura, a forma de aspersão da água e a sua orientação, os níveis de temperatura de acionamento e também com o diâmetro do orifício de descarga. De forma geral um sistema *sprinkler* é constituído por [20]:

- Defletor;
- Braços de suporte;
- Rosca de fixação para ligar à rede de tubagem;
- Dispositivo de deteção;
- Orifício de descarga;
- Sistema de vedação.

Em relação ao dispositivo de deteção e o sistema de vedação, podem não existir consoante o tipo de instalação seja aberta ou automática. Os sistemas abertos são aqueles que não possuem de um componente termo-sensível ou outro componente que obstrua a passagem de água. Os *sprinklers* automáticos são constituídos por um elemento termo-sensível que reage a uma determinada temperatura, libertando assim a água de forma automática e em quantidade adequada para cada área a proteger [19].

6.4.3.1. ELEMENTOS DE DETEÇÃO

O elemento mais utilizado na deteção de temperatura é a ampola de vidro hermeticamente fechada. Esta contém um líquido próprio com elevada capacidade de expansão. Quando a temperatura no local atinge o valor pré-determinado, líquido aumenta de volume e exerce pressão na ampola até que ocorra a rutura do vidro. Assim é possível a circulação de água pelo orifício após a rutura da ampola. Outro elemento, mas menos utilizado, é o termofusível. Com o aumento da temperatura, o fusível funde-se e permite a circulação de água [8]. A Figura 49 mostra alguns dos elementos detetores mais usados.



Figura 49. Diferentes tipos de elementos detetores de *sprinklers*

Estes elementos classificam-se em função da temperatura que dá origem à descarga de água. A cada temperatura está associada uma cor normalizada que permite a fácil identificação das características do elemento termo-sensível. Segundo a NT n.º16, e de acordo com a norma EN 12845, as temperaturas de atuação são as seguintes [20]:

Tabela 10. Temperaturas de Atuação [20]

Ampola		Termofusível	
Temperatura (°C)	Cor (cor do líquido contido na ampola)	Temperatura (°C)	Cor (marca efetuada no <i>sprinkler</i>)
57	Laranja	--	--
68	Vermelho	68 a 74	Sem cor
79	Amarelo	--	--
93	Verde	93 a 100	Branco
141	Azul	141	Azul
182	Roxo	182	Amarelo
204 a 260	Preto	227	Vermelho

É de salientar que existem vários fatores que influenciam a temperatura dos aspersores, tais como [20]:

- Altura do pé-direito;
- Afastamento entre os *sprinklers*;
- Afastamento até ao teto;
- Presença de obstáculos;
- Ventilação.

6.4.3.2. POSIÇÃO DE MONTAGEM

Genericamente estas são as seguintes posições de montagem:

- **Vertical** – Quando o defletor é montado para cima, geralmente utilizado em áreas industriais e outros espaços onde não exista teto falso;
- **Pendente** – Quando o defletor é montado para baixo, utilizados sob tetos falsos;
- **De parede** – Podem ser colocados nos tetos junto a paredes, ou na própria parede;
- **Convencional** – Este tipo de *sprinkler* tende a desaparecer, porque a sua distribuição de água não é uniforme, pode ser montado na vertical, como pendente.

6.4.3.3. *SPRINKLERS ESPECIAIS*

Segundo a norma NFPA 13, existem estes tipos de *sprinkler* especiais:

- *Early Supression Fast Response (ESFR)* – Concebido para aplicações de riscos graves e resposta rápida;
- *Larga Cobertura* – Através de um defletor que permite uma maior área de cobertura;
- *Gota Gorda* – Como o nome indica, existe um maior volume da gota de água o que origina um melhor encharcamento da zona afetada;
- *Quick Response Early Suppression (QRES)* – Para riscos específicos;
- *Quick Response Extended Coverage Sprinkler*;
- *Atuação rápida*;
- *Special Sprinkler*;
- *Sparly Sprinkler*;
- *Standard Sparly Sprinkler*.

A escolha do tipo de *sprinkler* estará sempre relacionada com as normas e regulamentos nacionais, ou internacionais, e irá depender sempre do risco dos espaços a proteger, das condições ambientais, dos elementos de construção, etc.

6.4.4. **CONTROLO, COMANDO E REDE DE TUBAGEM**

Diferem conforme o tipo de sistema escolhido. Numa situação normal encontra-se em estado aberto, sendo constituído por válvulas de fecho, motor de água, válvulas de teste, etc.

A rede de tubagem é constituída pela distribuição de água pelos *sprinklers* (seja em anel ou em grelha), mas também pela tubagem de alimentação do posto de comando, o que inclui todos os sistemas de fixação, e demais acessórios.

6.5. **SISTEMAS DE EXTINÇÃO POR ESPUMA**

É o sistema de extinção mais eficaz na extinção de incêndios em líquidos combustíveis. Normalmente a espuma é originada em dois passos:

- Uma mistura de água mais o agente de criação de espuma, criando uma solução de espuma;
- Criação de espuma através de ar comprimido, ou seja, existe a solução de espuma que será e depois expelida através de ar comprimido.

Existem vários agentes extintores por espuma e todos eles possuem o mesmo objetivo, cobrir a zona afetada pelo incêndio, o material combustível é separado do ar ambiente e assim o fogo fica sem acesso a oxigénio. Ainda se pode adicionar o efeito de arrefecimento, mas depende do tipo de espuma utilizado [19].

A constituição básica de um sistema de extinção por espuma é a mostrada na Figura 50 e é constituída pelos seguintes elementos principais:

- Reservatório;
- Grupo de bombagem e doseador da espuma;
- Rede de tubagem;
- Geradores de espuma de alta pressão.

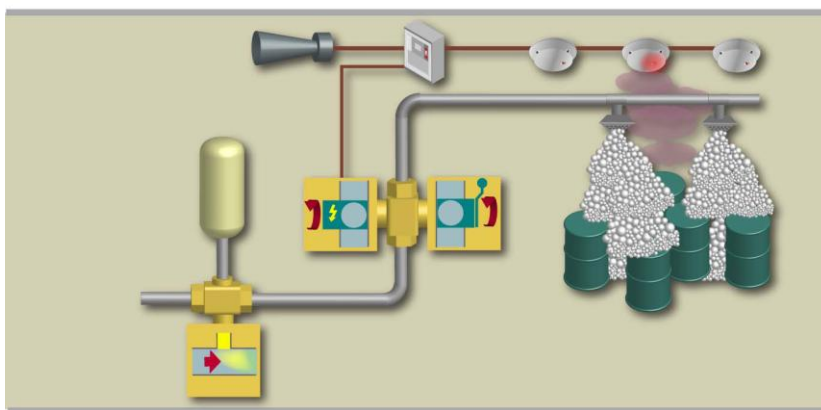


Figura 50. Sistema básico de Extinção por Espuma [19]

Neste sistema a primeira parte da extinção é efetuada pelo SADI, que deverá ser selecionado de acordo com o tipo de risco no local. Em caso de alarme, a central de extinção ativa o alarme e desliga os equipamentos de ventilação na zona de alarme. Simultaneamente ativa a válvula de água principal do SAEI.

A segunda parte consiste abertura da válvula de entrega de espuma, que separa o sistema de espuma do abastecimento de água. A válvula principal é normalmente ativada automaticamente pelo SADI, sendo aberta por um motor elétrico ou hidraulicamente.

Em terceiro lugar entra a bomba dosagem, o coração do sistema, podendo dividir a dosagem em três princípios:

- Dosagem por efeito de *Venturi*, que consiste na diminuição de pressão de um fluido ao passar por uma zona de menor secção;

- Dosagem por pressão, em que o agente espumífero é submetido à pressão da água;
- Dosagem por bomba que é comandada por um motor.

Por último a espuma é gerada e distribuída, os geradores de espuma distribuem o agente pela rede de tubagem até à zona que necessita de ser protegida.

6.5.1. DIFERENTES TIPOS DE ESPUMA

As espumas podem ser químicas, físicas, em que o elemento misturado com a água pode ser proteico, fluor proteico ou sintético. A espuma ideal para extinção de incêndio deve possuir as seguintes características [19]:

- Reter a água nela contida o mais tempo possível, para criar uma barreira de vapor, na zona afetada;
- Circular fácil e rapidamente pelo material que se encontre em combustão;
- Proteger toda a zona até que o material combustível seja arrefecido para temperaturas inferiores à de ignição.

Para além destes aspetos, não deve ser tóxica, económica, fácil de limpar, etc. Mas infelizmente não existe no mercado espumas que possuam todas estas características e por essa razão existe uma grande variedade de espumas no mercado. Esta variedade é dividida em três classes:

- **Espumas de baixa expansão** – São aplicadas na zona do incêndio através de grandes tubagens, sendo adequadas na proteção de grandes áreas e edifícios;
- **Espumas de média expansão** – Deve ser distribuída pela rede de tubagem e a mistura de água com o agente em contacto com o meio ambiente cria a espuma de média expansão;
- **Espumas de alta expansão** – São produzidas pelos geradores de espuma e utilizam aspersores rotativos, são normalmente utilizadas bombas de gasolina e podem ser operadas manualmente ou automaticamente.

Estas três classes são diferenciadas de acordo com o volume de ar que é necessário adicionar [19].

6.6. PÓ QUÍMICO

Este tipo de agente extintor é usualmente utilizado em extintores portáteis, cujo efeito no incêndio é o da inibição, ou seja, a cessão da reação em cadeia do fogo. Existem três tipos de pó químico o BC, ABC e D, que correspondem às classes de fogo presentes na Norma Portuguesa NP EN2 em que são eficazes. Este agente extintor também pode ser utilizado em certos locais de armazenamento em forma de sistema fixo, de comando manual ou automático [19].

Este sistema é raramente usado já que o pó é muito difícil de remover e altamente corrosivo, além disso não pode ser usado em equipamento elétricos.

A Figura 51 mostra a estrutura geral de um sistema automático de extinção de incêndios por pó químico.

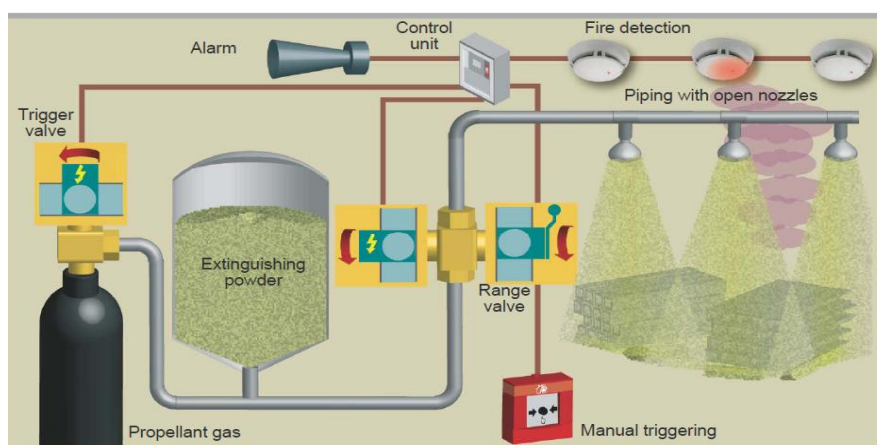


Figura 51. Sistema automático de extinção por pó químico [19]

Nos sistemas fixos é necessário ter em consideração a limitação da distância do recipiente de armazenamento, devido à pressão necessária e as perdas pelo escoamento nas tubagens. Estes sistemas podem ser pressurizados diretamente no recipiente de armazenamento ou por cilindro com gás, ou seja, por pressão injetada diretamente na tubagem, Figura 51, podendo ser usado com agente gasoso o nitrogénio.

6.7. SISTEMA DE EXTINÇÃO POR AGENTES GASOSOS

6.7.1. GASES QUÍMICOS

Antes de enumerar todas as características destes gases é necessário definir os Halon ou HCFC, que são hidrocarbonetos halogenados e compostos por elementos halogenados como o fluor, cloro, bromo e iodo.

O Halon 1211 (CF_2ClBr) e o Halon (CF_3Br), foram os primeiros gases químicos de extinção a serem utilizados à escala global. No entanto, quando são libertados na atmosfera provocam a destruição da camada do ozono. A substituição destes gases foi decidida no Protocolo de *Montreal* em 1987, com exceções para usos militares, aviação e tecnologia nuclear. Na Europa o Regulamento (CE) n.º 2037/2000 veio proibir, em 31 de Dezembro de 2002, a utilização de equipamentos de extinção de fogo que recorram a Halons anteriormente referenciados.

Para substituir os Halons (HCFC), os hidrofluorocarbonetos foram introduzidos no mercado no meio da década de 90 do século passado. Este tipo de gases não afeta muito a camada de ozono, mas são gases com efeito de estufa. Os sistemas de halocarbonos são agentes químicos de ação rápida que fornecem uma solução segura de extinção de incêndios, a partir de uma quantidade relativamente pequena de agente. Podem proteger áreas extensas através de cilindros colocados estrategicamente de forma a modular ao longo da área protegida ou apenas fora dela.

Em 14 de Junho de 2006 foi publicado o Regulamento (UE) n.º 842/2006 [9] do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de Maio de 2006, relativo a determinados gases fluorados com efeito de estufa – Protocolo de Quioto – onde são listados no Anexo I daquele Regulamento os referidos gases, agrupados em: hexafluoreto de enxofre (SF_6), hidrofluorocarbonetos (HFC) e perfluocarbonetos (PFC). Quer isto dizer que os HFC podem ser utilizados em sistemas de proteção contra incêndios desde que sejam respeitadas diversas condições, nomeadamente, evitar a fuga desses gases. Por este motivo é que alguns países já eliminaram os HFC [11].

Mais recentemente o Regulamento (UE) n.º 517/2014 do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de abril de 2014 trás novas medidas no âmbito da segurança contra incêndios destaca-se o facto da colocação de HFC-125 no mercado passar a ser proibida a partir de 11 de junho de

2015 e da colocação no mercado de produtos e equipamentos que contenham HFC- 23 passar a ser proibida partir de 1 de janeiro de 2016. Como nota, há a referenciar que o CO₂ é o gás que mais contribui para o aquecimento global do planeta.

6.7.1.1. SISTEMAS DE INUNDAÇÃO TOTAL

São utilizados para a proteção absoluta de um local e consistem num fornecimento de gás em concentrações pré-determinadas de modo a inundar uniformemente o local a proteger, no espaço de tempo mínimo imposto pelas normas internacionais. Pode ser utilizado na extinção de vários tipos de fogos como os líquidos e gases inflamáveis, superfícies de sólidos inflamáveis e fogos não artificiais em alguns materiais sólidos que quando sujeitos a um aquecimento espontâneo ficam em combustão latente.

A concentração de gás, nos sistemas de inundação total, varia em função do gás e também é possível em alguns a presença humana no momento da descarga do agente extintor [21].

6.7.1.2. SISTEMAS DE APLICAÇÃO LOCAL

Permitem a aplicação da descarga do gás diretamente no material ou equipamento afetado, para que fique envolvido por uma atmosfera com elevado grau de agente extintor.

Normalmente, utiliza-se este sistema quando os locais onde os materiais ou equipamentos a proteger se encontram em recintos abertos e a quantidade de agente extintor ou disposição do local de descarga não é suficiente para obter a concentração desejada do agente extintor.

A concentração limite de gás para zonas normalmente ocupadas é a mesma que para os sistemas de inundação total, de salientar de que pelo facto de a descarga ser local a concentração durante a mesma é bastante elevada.

Estes sistemas podem ser do tipo:

- Modular, com reservatórios individuais;
- Centralizado, com reservatórios de baterias.

6.7.2. GASES INERTES

Os gases inertes são distinguidos por serem encontrados no meio ambiente e por o método de extinção de fogo ser alcançado pela remoção do oxigénio em toda a área protegida. Os gases inertes que podem ser armazenados sem grandes despesas são o Azoto (N₂) e o Argon (Ar). O CO₂ também é um gás inerte, ma pelo facto de ser prejudicial aos humanos, nas quantidade

exigidas para uma extinção de incêndio, o seu tratamento, cálculo, dimensionamento e normas e regulamentos aplicáveis são distintos dos gases mencionados anteriormente. Estes gases têm como função baixar o teor de oxigénio no ar de cerca de 21% para 12%, valor a partir do qual pode existir perigo para a vida humana [21].

Adicionalmente, misturas destes três gases são possíveis e utilizadas para a extinção de incêndio. Os gases inertes presentes no mercado de acordo com as normas em vigor são:

- IG 541 – 52% N₂ (Azoto) + 40% Ar (Árgon) + 8% CO₂
- IG-55 – 50% N₂ (Azoto) + 50% Ar (Árgon)
- IG-01 – 100% Ar (Árgon)
- IG-100 – 100% N₂ (Azoto)

Apesar de os sistemas de extinção por gases inertes serem semelhantes ao CO₂, possuem um efeito prático semelhante, existem diferenças na sua aplicabilidade pois são utilizados como inundação total ou para extinção em equipamentos fechados.

A Figura 52 mostra um exemplo de aplicação de um sistema de extinção por gases inertes.



Figura 52. Exemplo de aplicação de um SAEI por gases inertes – Sinorix N₂/Ar – Siemens [35]

6.7.2.1. SISTEMAS DE INUNDAÇÃO TOTAL

Pretende preencher a totalidade do espaço com uma concentração pré-determinada de gás e assim reduzir o teor de oxigénio para valores em que a combustão do material não seja possível. Grande parte da eficiência deste sistema reside na estanquidade do local, pelo que devem ser evitadas fugas, as portas devem ser fechadas e garantir a saída prévia de eventuais ocupantes através de um pré-alarme de extinção com temporização adequada [21].

6.7.3. CONSTITUIÇÃO DO SISTEMA

O sistema é constituído pelos seguintes elementos principais [21]:

- Reservatório de agente extintor;
- Rede de distribuição;
- Difusores;
- Sistema de deteção;
- Dispositivos de comando e controlo e segurança.

A Figura 53, ilustra o sistema de extinção por agentes gasosos.

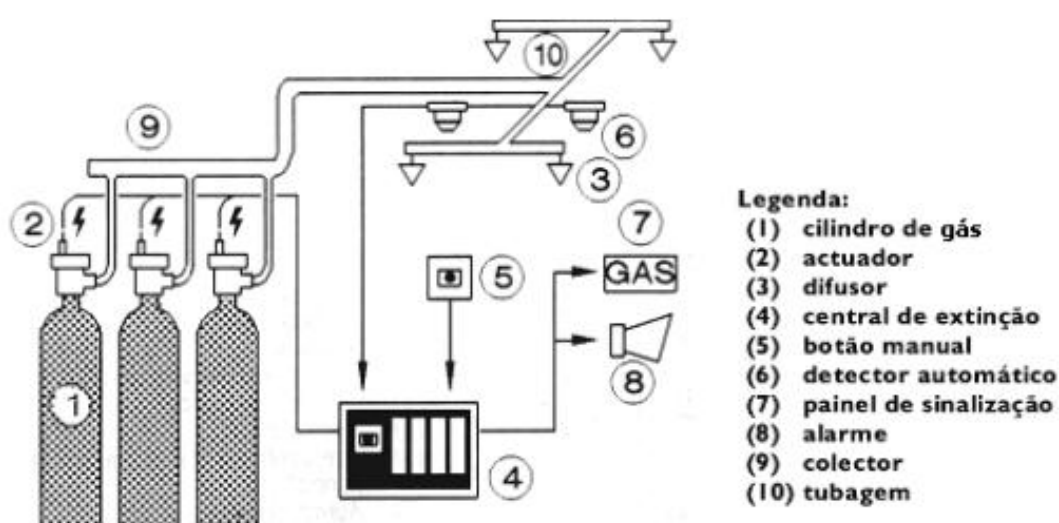


Figura 53. Sistema extinção por agentes gasosos [21]

6.7.3.1. RESERVATÓRIO

O gás utilizado deve ser armazenado em um ou mais reservatórios sob pressão numa área protegida para o efeito. Se o sistema proteger várias áreas de risco o reservatório pode ser único e existir válvulas direccionais que serão responsáveis pelo encaminhamento do agente extintor para a área de risco.

Os gases inertes são armazenados como liquefeitos a pressões de 200 a 300 bar à temperatura ambiente sendo encerrados em garrafas cilíndricas de aço ou outras ligas.

Os reservatórios de armazenamento e os seus acessórios devem ter fácil acesso para facilitar inspeções, recargas e operações de manutenção [21].

6.7.3.2. REDE DE DISTRIBUIÇÃO

É composta essencialmente por tubagens e acessórios, válvulas e uniões. As tubagens e acessórios utilizados desde o reservatório até aos difusores são de ferro galvanizado sem costuras e de resistência elevada.

As tubagens devem ser constituídas por um material incombustível e com características físicas que permitam manter a sua integridade e estabilidade à pressão máxima de funcionamento. Ao nível de projeto, estas devem satisfazer as necessidades de escoamento do gás e em conformidade com o cálculo hidráulico respetivo [21].

No caso da extinção por gases inertes, quando o sistema de extinção é atuado o gás entra na rede de tubagens a uma pressão menor do que aquela a que está armazenado, dependendo do fabricante, os sistemas permitem a descarga contínua do agente extintor com pressões a cerca de 50 bar.

6.7.3.3. DIFUSORES

As características e a localização dos difusores são fundamentais para a eficácia do sistema de extinção. A sua capacidade de libertar o agente extintor e o seu raio de cobertura são as características principais deste equipamento. A Figura 54, mostra um difusor da Siemens, caracterizado por ser silencioso e próprio para instalações como *Data Centers*.



Figura 54. Difusor Sinorix Silent Nozzle – Siemens [35]

Devem satisfazer as condições de descarga requeridas e estarem corretamente instalados. Quando utilizados em sistemas de aplicação local, no caso de gases químicos, devem estar corretamente instalados de acordo com o projeto para obterem uma atuação eficaz.

São constituídos normalmente por ligas de bronze e latão ou aço contendo orifícios calibrados para se obter uma correta distribuição do gás de acordo com o cálculo hidráulico efetuado.

6.7.3.4. SISTEMA DE DETEÇÃO/ATIVAÇÃO

Os sistemas de inundação total ou aplicação local são desenhados para serem ativados manual ou automaticamente. Dependendo da função a desempenhar podem dividir-se [21]:

- Sistemas de deteção;
- Sistemas de alarme;
- Sistemas de retardamento de descarga.

Quando ao sistema de deteção deve ser projetado para que permita uma deteção precoce do incêndio, e bastante fiáveis, de modo a evitar falsos alarmes que por sua vez provocam a descarga dos reservatórios levando a custos elevados de recarga do sistema.

O SADI deve ser sempre adequado ao tipo de material combustível que se encontra na área protegida, para que exista uma deteção precoce. Em complemento ao sistema de deteção deve sempre existir um botão de alarme manual que possa ser ativado por qualquer pessoa [21].

O alarme é usado para assinalar a eminência de descarga já que existem perigos para as pessoas que se encontrem no local. O tipo de alarme, seja ótico ou acústico, localização e distribuição deve satisfazer os requisitos de ocupação do local e tipo de risco.

Existe um sistema de retardamento de descarga que atua imediatamente após o alarme, permitindo uma evacuação do local de forma segura. Este retardamento não deve ser superior a 60 segundos.

O mecanismo de ativação deve de incluir as seguintes funções:

- Abertura das garrafas de agente extintor;
- Ativação dos alarmes;
- Controlo da descarga;
- Corte de energia a ventiladores ou ar condicionado.
- Alertas às forças de intervenção;
- Fecho dos registos e respetivas condutas;
- Ativação de válvulas direcionais para que o gás flua para a zona afetada.

O comando deste mecanismo pode ser elétrico, pneumático e mecânico.

6.8. SISTEMAS DE EXTINÇÃO POR CO₂

O dióxido de carbono (CO₂) é o agente extintor mais comum, no entanto, o facto de a sua utilização ser extremamente perigosa no método de extinção por inundação total, não é aceitável a sua utilização em locais onde possam existir pessoas no momento da descarga. É utilizado em locais onde existam equipamento ou materiais de valor elevada e que seja necessário retomar a atividade laboral rapidamente. Além do método de inundação total também pode ser utilizado em inundação local. O efeito de extinção é o abafamento, que foi explicado no início deste capítulo.

Num método por inundação total é necessário garantir que o local seja isolado durante algum tempo, na inundação local o objetivo prende-se com o facto de proteger equipamentos específicos ou áreas delimitadas, sendo a descarga efetuada sobre os equipamentos ou as áreas em combustão [21].

O CO₂ é um gás inodoro e incolor, como agente extintor não é corrosivo, não causa estragos, não deixa resíduos e penetra em todos os espaços de risco. Por não ser condutor elétrico pode ser utilizado em equipamentos elétrico sob tensão. Pode ser utilizado como agente extintor sobre todos os materiais combustíveis, exceto alguns casos especiais.

Devido ao facto de o CO₂ ser inodoro e não deixar vestígios após uma descarga é aconselhável a utilização de sistemas que por olfato permitam a identificação do local onde ocorreu a descarga.

Ao nível da constituição do sistema de CO₂ é em tudo semelhante ao de gases inertes, com as seguintes diferenças:

- Pode ser aplicado como método de inundação total e local;
- O gás pode ser armazenado em alta ou baixa pressão. Se for armazenado em alta pressão é encerrado em garrafas cilíndricas de aço ou outras ligas. Caso seja armazenado em baixa pressão, os reservatórios são de grande capacidade e refrigerados a temperaturas a rondar os -17°C. Em alta pressão o CO₂ é armazenado em estado líquido à temperatura ambiente a uma pressão de 60 kg/cm². Mas se a temperatura ambiente aumentar irá existir um aumento considerável da pressão pelo que as válvulas de segurança e reservatórios devem ser concebido para suportarem pressões muito maiores do que aquela anteriormente referida [21].

6.9. EXTINÇÃO EM MICRO AMBIENTES

Muitos incêndios são provocados por curto-circuitos, sobreaquecimento de cabos, mau estado dos equipamentos ou mau aperto de bornes que acontecem por exemplo em instalações elétricas. Mas o problema reside no facto de o incêndio se propagar de forma rápida nas instalações próximas e eventualmente para todo o edifício. Se não existir um sistema de deteção ou alguém por perto para uma atuação rápida sobre o incêndio, este pode tornar-se incontrollável. A ignição de um incêndio num quadro elétrico pequeno pode deflagrar e causar estragos em todo o edifício, causando enormes estragos e elevados prejuízos [11].

Para este tipo de aplicações, em micro ambientes, é utilizado um sistema modular de deteção e extinção de incêndios, como o *Firetrace* ou o *Sinorix Al Deco STD* da Siemens. Estes sistemas são ideais para a proteção de quadro elétricos ou extratores de fumos e atua como aplicação local quando a aplicação de um SAEI dito normal não se torna tão eficaz. A Figura 55 mostra os extintores onde é armazenado o agente extintor utilizado nestes sistemas.



Figura 55. Extintores para o *Firetrace* [36]

Estes sistemas de aplicação local, permitem uma aplicação direta do gás sobre o material ou equipamento que originou o incêndio, de modo a que este fique rodeado por uma atmosfera com um elevado teor de agente extintor. Os agentes gasosos mais utilizados neste tipo de deteção modular são o HFC-227ea, o HFC-23, o HFC-236fa, o HFC-125, o FK-5-1-12 e o CO₂.

O funcionamento destes sistemas não necessita de energia elétrica e por isso continua a oferecer proteção em caso de corte de energia. As aplicações mais comuns são:

- Quadros e armários elétricos;
- Ductos de extração de gases;

- Fontes de alimentação;
- Gabinetes de manuseamento de substâncias químicas inflamáveis;
- Alojamento de geradores;
- Transformadores;
- Computadores e processamento de dados
- Unidades de máquinas de controlo numérico computadorizado.

6.9.1. SISTEMAS DE ATUAÇÃO DIRETA

Este sistema é implementado em locais que sejam pequenos e isolados. O sistema *Firetrace* de atuação direta, Figura 56, funciona a baixa pressão. É basicamente constituído por um tubo flexível que se conecta diretamente ao cilindro que contém o agente extintor. Quando ocorre o incêndio, com uma temperatura de cerca de 100°C e por 3,5 segundos, o tubo rompe e liberta o agente extintor.

Isto significa que a zona onde foi instalado este sistema fica completamente preenchida pelo agente extintor. O tubo flexível é instalado de modo a percorrer toda a zona do micro ambiente e em especial nas zonas de maior risco de incêndio. De salientar que este sistema é totalmente automático e não pode ser ativado manualmente [11].

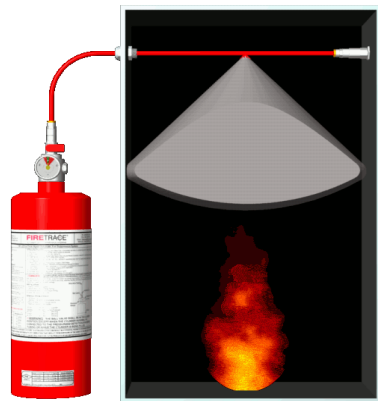


Figura 56. Sistema *Firetrace* de atuação direta [36]

6.9.2. SISTEMAS DE ATUAÇÃO INDIRETA

Com este tipo de sistema, quando o tubo detetor entra em contato com o fogo com uma temperatura a rondar os 110°C, rompe-se. Resultando numa queda de pressão sentida pela válvula responsável por desviar o agente extintor para outra tubagem que alimenta os

difusores, ou seja o fornecimento do gás ao tubo de detecção é interrompido, e a descarga do agente é efetuada pelos difusores. Apesar de a *Firetrace* possuir este sistema, aqui é realizada referência ao sistema da *Siemens Sinorix Al Deco STD* pois apenas possui equipamentos de extinção modular por atuação indireta. Utiliza o CO₂ como agente extintor e possui características como a paragem de equipamento ou máquina quando é dado o sinal de alarme de incêndio e respetiva extinção.

A Figura 57 mostra um exemplo de um sistema de atuação indireta.



Figura 57. Exemplo de um sistema de atuação indireta – Sinorix Al Deco STD – Siemens [35]

Normalmente este sistema é utilizado em armários independentes ou equipamentos e quando há necessidade permite o disparo manual dos difusores fixos, Figura 58.

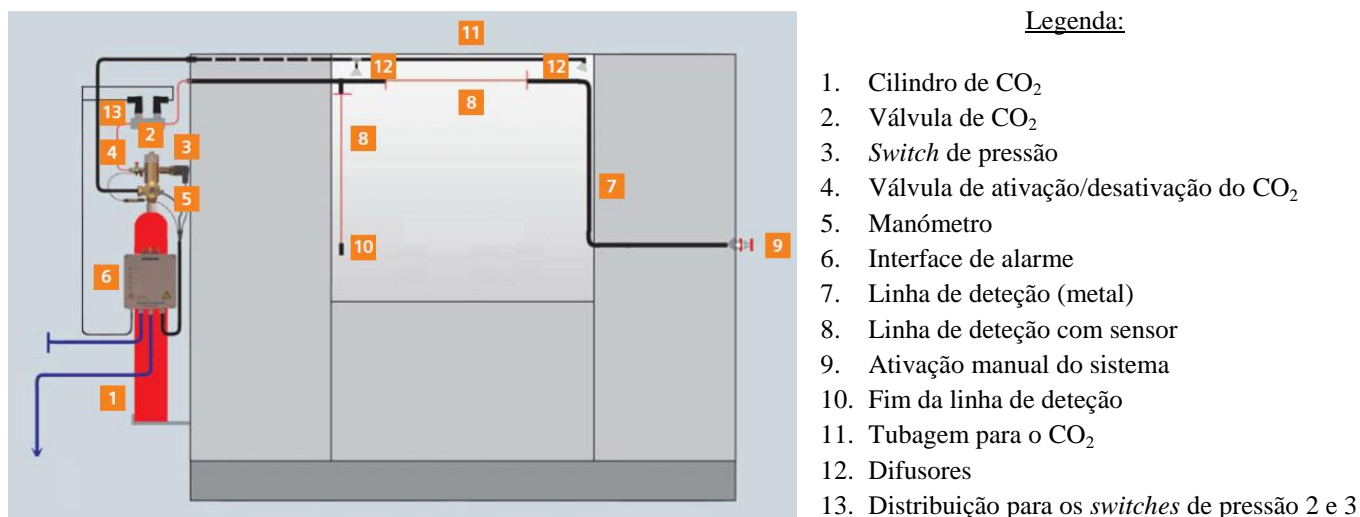


Figura 58. Diagrama Sinorix Al Deco STD – Siemens [35]

6.9.3. ALIMENTAÇÃO

A central de extinção e todos os elementos a estão conectados, deverão estar sempre ligados à alimentação da rede. Caso não seja possível por questões técnicas ou económicas a ligação à rede pública, pode ser alimentada por sistemas privados de produção de energia, desde que estes apresentem a mesma fiabilidade da rede pública.

Em caso de falha de energia, a central de extinção deve ser dotada de uma alimentação de emergência, constituída por baterias, incorporadas na mesma.

Não estando definido na NT n.º17 o período de tempo durante o qual a fonte de alimentação de emergência, deverá garantir o funcionamento do sistema, sugere-se a aplicação do mesmo requisito imposto ao SADI, ponto 5.6 do Capítulo 5 [19].

6.10. EXPLORAÇÃO E MANUTENÇÃO

6.10.1. GENERALIDADES

É necessário existir uma inspeção técnica para verificar se todos os sistemas estão de acordo com o projeto e especificações do fabricante a quando da receção da instalação. Várias entidades podem ser envolvidas neste processo, mas a entidade responsável pela instalação deve, entre outros assuntos, verificar os dispositivos de alarme e verificar toda a instalação assegurando que todo o trabalho foi efetuado de forma correta [21].

Antes de se proceder à verificação da instalação é recomendado um período preliminar de funcionamento da mesma, para que seja possível verificar a estabilidade do sistema instalado.

Relativamente à manutenção de um SAEI-Gás, para ser assegurado um correto funcionamento do sistema este deve ser regularmente inspecionado. O acordo deste procedimento é entre o dono de obra e o fabricante, ou outra entidade competente para o efeito, e deve ser efetuado logo após a conclusão da instalação [21].

A rotina de manutenção deverá ser efetuada por pessoal competente e autorizado tendo como finalidade assegurar que o equipamento se encontra em perfeitas condições de funcionamento. Para isso deve ser implementada uma rotina de inspeção e assistência técnica. Qualquer anomalia do sistema deve ser registada no livro de ocorrências e a ação corretiva deve ser efetuada o mais rápido possível. Na manutenção da central de extinção e dos dispositivos de controlo de fugas deve se ter um cuidado especial.

6.10.2. **MANUTENÇÃO DIÁRIA**

O operador deve:

- Verificar que a central de extinção indica a condição normal, caso não esteja, verificar se estão registradas no livro de registros de ocorrências anomalias;
- Verificar que qualquer alarme registrado ou extinção atuada desde o dia de trabalho anterior recebeu a atenção devida;
- Verificar que, quando adequado, o sistema foi devidamente restaurado depois de qualquer desativação, teste ou ordem de silenciar.

6.10.3. **MANUTENÇÃO MENSAL**

O operador deve:

- Nos sistemas de CO₂ verificar que o sistema de pesagem indica carga correta e no caso de agentes limpos, verificar a pressão interna dos cilindros;
- Verificar que os painéis de informação ótica-acústica estão operacionais.

6.10.4. **MANUTENÇÃO TRIMESTRAL**

A pessoa competente pela manutenção deve:

- Inibir o sistema de forma a evitar descargas acidentais durante todo o processo;
- Assegurar que o acesso às áreas de risco, betoneiras, comandos manuais, cilindros e difusores apresentem um acesso livre sem obstruções;
- Realizar uma inspeção a todos os cilindros com verificar a pressão interna dos cilindros;
- Verificar todas as entradas no livro de registros de ocorrências e tomar as ações necessárias para repor o sistema em operação correta;
- Operar pelo menos um sensor em locais distintos, para testar se o funcionamento correto da central de extinção estando com o disparo do agente extintor bloqueado;
- Verificar as funções de monitorização de anomalias da central de extinção;
- Verificar a capacidade da central de extinção de operar qualquer comando à distância, simulando a ordem de extinção;
- Executar todas verificações e testes especificados pelo instalador, fornecedor ou fabricante;
- Averiguar eventuais mudanças estruturais ou ocupacionais que possam ter afetado os requisitos para a localização dos sensores e dos difusores de gás;

- Voltar a colocar o sistema em automático.

6.10.5. **MANUTENÇÃO SEMESTRAL**

A pessoa competente pela manutenção deve realizar todas as ações descritas na manutenção trimestral e ainda:

- Inibir o sistema de forma a evitar descargas acidentais durante o presente processo;
- Confirmar a correta fixação de todo o sistema de tubagens e cilindros, bem como de todos os cabos bem como o estado geral da tubagem e a correta colocação de difusores sem alterações em relação ao projeto inicial;
- Verificar que o local de armazenamento do sistema se encontrar limpo e desobstruído, de forma a permitir fácil acessibilidade para verificação de manómetros, válvulas, cilindros, etc;
- Verificar estado da pintura dos cilindros e tubagem;
- Verificar fácil acessibilidade aos sistemas de atuação manual do sistema e do estado dos selos de segurança nos comandos manuais;
- Verificar a existência de instruções para a atuação manual do sistema, e se são legíveis e resistentes;
- Comprovar que as válvulas anti-retorno se possuem a direção de fluxo correta;
- Comprovar continuidade no sistema elétrico de alimentação;
- Voltar a colocar o sistema em automático.

6.10.6. **MANUTENÇÃO ANUAL**

A pessoa competente pela manutenção deve:

- Inibir o sistema de forma a evitar descargas acidentais durante o presente processo;
- Verificar o correto funcionamento de cada sensor e comando manual de acordo com as recomendações do fabricante;
- Examinar e testar todas as baterias, devendo ser substituídas em intervalos que não excedam as recomendações do respetivo fabricante;
- Relativamente às válvulas direcionais, caso existam, deve realizar abertura e fecho manual, comprovar ligações nos respetivos comandos elétricos e manuais, comprovar a sua abertura com pressão na linha de pilotagem de disparo, a existência de sinalética informando a correspondência entre os dispositivos mecânicos de atuação com as zonas que protegem e as válvulas direcionais ficam em posição fechada após os testes;

- Voltar a colocar o sistema em automático.

Deve ter-se especial cuidado para garantir que o equipamento foi apropriadamente repostado em condições normais de funcionamento, após os ensaios. As verificações trimestrais, semestrais e anuais devem ser executadas somente por pessoas adequadamente treinadas e competentes para efetuar o trabalho [21].

7. ASPETOS GERAIS DE PROJETO DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE DETECÇÃO DE INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS

7.1. GENERALIDADES

O planeamento dos trabalhos de conceção, projeto, instalação e exploração os Sistemas Automáticos de Detecção de Incêndio (SADI), em Portugal, era efetuado pela Regra Técnica n.º4 dos Seguros, encontrando-se descontinuada neste momento. A Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC) elaborou a Nota Técnica (NT) n.º12, que faz de complemento ao Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (RT-SCIE) e elaborada a partir dos documentos normativos EN54, do Comité Europeu de Normalização (CEN), que se dedica à deteção de incêndios contendo várias partes, e uma delas, o projeto 14 que foi elaborado recentemente, designado como “Especificações técnicas para planeamento, projeto, instalação, colocação em serviço, exploração e manutenção”. A CEA 4040 do *Comité Européen des Assurances* (CEA), *”Planning and Installation for Automatic Fire Detection*

and Fire Alarm Systems” é o outro documento normativo utilizado cujos conceitos estão incorporados na referida nota técnica [18].

A primeira etapa do projeto de um Sistema Automático de Detecção de Incêndio (SADI) será efetuar o levantamento das necessidades de detecção de incêndio e alarme no edifício, sem perder de vista o cumprimento do RT- SCIE, efetuando-se o levantamento de:

- Tipo de sistema a ser instalado;
- Edifício protegido da totalidade ou parcialmente
- Integração do sistema com outras medidas de proteção de incêndio.

A segunda etapa do planeamento passa por:

- Seleção do tipo de detetor para os diversos locais do edifício;
- Subdivisão do edifício em zonas de detecção e/ou alarme;
- Dimensionamento do sistema de controlo e do visionamento das suas indicações;
- Dimensionamento das fontes de alimentação.

A terceira etapa é o processo de instalação e interligação dos equipamentos, seguindo a quarta e última etapa que passa pela verificação técnica dos sistema e do seu correto funcionamento. A verificação técnica inicial deve ser executada pelo instalador, seguindo-se um verificação efetuada por três partes, o dono de obra ou representante, o instalador e a entidade fiscalizadora, a Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC). Depois do sistema ser entregue ao dono de obra, o seu desempenho irá depender de uma utilização e manutenção apropriada. A fiscalização das condições de operacionalidade do sistema realiza-se através de inspeções periódicas ou extraordinárias da responsabilidade da entidade fiscalizadora [18].

A Figura 59 mostra um fluxograma com as etapas de planeamento de um SADI.

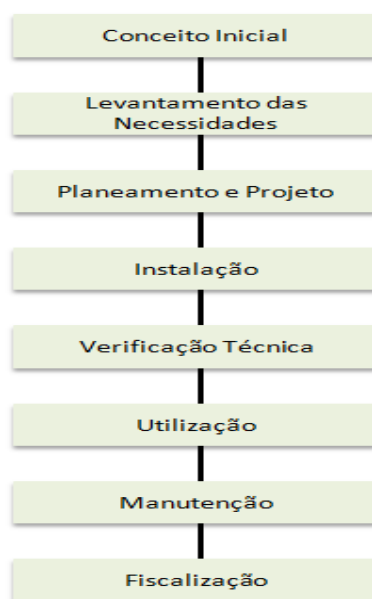


Figura 59. Etapas de Planeamento [18]

A responsabilidade do planeamento, projeto, instalação e desempenho inicial do sistema deve ser bem definida e documentada. Dando particular atenção ao estabelecimento da responsabilidade ao ser entregue à pessoa responsável pela exploração das instalações, cobrindo instruções de utilização, verificações de rotina e procedimentos de teste. Após a entrega do sistema, a responsabilidade pela manutenção do desempenho inicial será normalmente assumida pelo utilizador final e/ou proprietário do sistema [18].

Todas as pessoas ou empresas que estejam encarregues de executar qualquer trabalho a que se faz referência na NT n.º12 devem ser adequadamente competentes, experientes e credenciadas como indica a Portaria n.º 773/2009 [18].

7.2. LOCALIZAÇÃO E SELEÇÃO DA CENTRAL DE DETEÇÃO DE INCÊNDIO

A Central de Detecção de Incêndio (CDI) deve ser instalada e localizada em locais que devem possuir as seguintes características:

- a) As sinalizações e comandos estejam facilmente acessíveis aos bombeiros e pessoal responsável do edifício;
- b) Possuir uma iluminação que as etiquetas e indicações sejam facilmente visíveis e elegíveis;

- c) O nível de ruído não perturbe a audição das indicações sonoras da CDI;
- d) Possuir um ambiente limpo e seco;
- e) Risco de danos mecânicos e de incêndio seja baixo. Caso exista risco de incêndio a zona deve ser protegida pelo menos por um detetor integrado no sistema.

Caso a CDI se encontre em mais do que um armário a sua localização deve obedecer às recomendações a) e e) mencionadas acima. Todas as suas ligações devem ser protegidas contra danos mecânicos e contra incêndios e a CDI deve ser localizada em áreas permanentemente assistidas. Em situações em que a CDI não pode ser instalada em ambientes recomendados nas alíneas d) e e), devem ser tomadas precauções especiais.

A seleção da CDI deve sempre ir de encontro às necessidades da instalação, ou seja, deve suportar o número de elementos necessários para todo o sistema e ser capaz de efetuar todos os comandos necessários no caso de um alarme de incêndio. Relativamente à questão da CDI ser endereçável ou coletiva, como já foi mencionado no Capítulo 5, irá depender fundamentalmente do tamanho da instalação, a quantidade de elementos a ligar e as zonas a proteger.

7.3. SELEÇÃO DE DETETORES

Na generalidade, os detetores devem ser selecionados para proporcionarem uma deteção e sinalização de alarme o mais rapidamente possível, de forma a permitir o combate e extinção do incêndio no curto espaço de tempo possível e com a menor perda de bens possível.

A escolha dos detetores dependerá sempre das circunstâncias individuais. Nenhum tipo de detetor é o mais adequado para todo o tipo de situações. Normalmente é realizada uma mistura de diferentes tipos de detetores, em função das particularidades do local de deteção.

Por exemplo, para um edifício de escritórios, são selecionados preferencialmente os detetores de fumo, como neste caso os fogos irão produzir fumo claramente visível tanto na fase inicial e na posterior. Numa área de armazenamento, aonde são armazenados combustíveis de líquidos, os detetores de chama e/ou detetores de térmicos, seria a escolha certa.

A Figura 60 mostra o comportamento de vários tipos de detetores aos diferentes tipos de fogo.

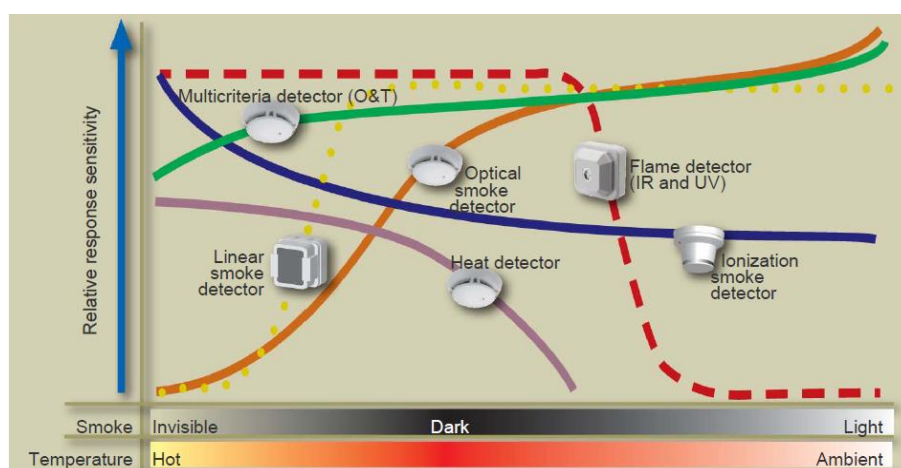


Figura 60. Comportamento dos vários tipos de detetores aos diferentes tipos de fogo [19]

7.3.1. PAINÉIS REPETIDORES E DE CONTROLO

Quando é dado o alarme de incêndio, este deve ser fácil de fácil identificação. Isto é, a CDI ou os painéis repetidores/controlo, deverão dar indicações com a posição geográfica de qualquer botão de alarme manual ou detetor onde foi acionado o alarme. O mínimo de informação disponibilizado, em caso de alarme, deverá ser a zona de deteção. Em complemento deve ser disponibilizado perto destes equipamentos quadros e mapas de zonas de deteção, que facilitem a intervenção interna ou externa.

Hoje em dia, com a utilização de CDI endereçáveis é possível saber a localização exata de qual o dispositivo que acionou o alarme, permitindo intervenções mais rápidas e eficazes.

7.3.2. DIVISÃO DE ZONAS

A divisão de zonas deve obedecer aos requisitos da estratégia da resposta a um alarme de incêndio num edifício. A divisão do edifício em zonas de proteção e alarme deve ser efetuada de modo a que o local de origem do alarme possa ser determinado o mais rapidamente possível a partir do equipamento de sinalização. Esta divisão deve ter em conta a distribuição do edifício, os seus obstáculos à passagem dos seus ocupantes, a presença de riscos especiais e a existência de zonas de alarme.

A divisão de zonas num edifício vai sempre depender da necessidade de diferenciar o tipo de alarmes a ativar em caso de incêndio, no caso em que o SADI é utilizado para ativar outros sistemas de proteção contra incêndio deve-se ter cuidado nesta divisão.

Segundo a NT n.º12, as zonas devem estar de acordo com o seguinte [18]:

- “A área de pavimento de uma zona não deve exceder os 1600 m²;
- No caso de as zonas incluírem mais de cinco salas, deve ser indicado qual o detetor acionado quer através da unidade de controlo e sinalização quer através de indicadores de ação remotos instalados no exterior de cada porta;
- Quando uma zona se prolonga para lá de um único compartimento corta-fogo, os limites da zona devem ser os limites dos compartimentos corta-fogo e a área dessa zona não deve exceder os 400 m²;
- Uma zona deve ser restrita a um só piso, a menos que:
 - A zona se aplique a uma caixa de escada, túnel de cabos ou de elevadores, ou uma estrutura similar que se prolongue para além de um piso, mas contida num compartimento corta-fogo;
 - A área total do edifício seja inferior a 300 m²”.

Estas recomendações podem ser alteradas no decorrer do projeto considerando fatores como a visibilidade no interior da zona, a distância de acesso dentro da zona e a configuração das salas e respetiva ocupação [18].

7.4. LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DOS DETETORES AUTOMÁTICOS

A distribuição dos detetores automáticos é de elevada importância. Estes devem ser posicionados para que os produtos resultantes da combustão dentro da área protegida possam chegar aos detetores sem grande dissipação, atenuação ou demora. Deve ser assegurado que os detetores cobrem áreas ocultas onde o incêndio se poderá propagar, como tetos falsos ou espaços sob o chão. Os botões de alarme devem ser posicionados para que qualquer pessoa que detete um incêndio os ative de forma fácil e rápida sem nenhum constrangimento.

7.4.1. DETETORES TÉRMICOS E DE FUMO

Devem ser levados em conta a limitação de cobertura dos detetores térmicos e de fumo, esses fatores são:

- Área a ser protegida;
- A distância entre detetores;
- A proximidade das paredes;
- Altura e configuração do teto;

- Ventilação;
- Cuidado para que o feixe dos detetores lineares não seja obstruído.

7.4.1.1. INSTALAÇÃO EM TETOS PLANOS

O desempenho destes detetores está muito dependente da existência de tetos fechados por cima destes. Devem ser instalados de modo a que os sensores se situem nos 5% superiores do pé direito da sala, e por razões técnicas não devem ser embebidos no teto. A Tabela 11 mostra a distância horizontal máxima permitida de qualquer lugar numa zona protegida até ao detetor mais próximo.

Tabela 11. Limites de Altura e Raio de Ação [18]

	Altura do Teto (m)					
	$\leq 4,5$	$> 4,5$ ≤ 6	> 6 ≤ 8	> 8 ≤ 11	> 11 ≤ 25	> 25
Tipo de Detetor	Raio de Ação (m)					
Térmico Grau 1 (EN54-5)	5	5	5	Normalmente não aplicável	Não utilizado	Não utilizado
Fumo (EN54-7)	7,5	7,5	7,5	7,5	Normalmente não aplicável	Não utilizado
Feixe (EN54-12)	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	Não utilizado

Para detetores de feixe luminoso instalados em tetos com alturas entre 11 m e 25 m será necessário, normalmente, a instalação de uma segunda camada de detetores.

A Tabela 11 foi elaborada de acordo com a EN54-13, e caso os detetores estejam fora do âmbito das normas existentes, as instruções dadas pelos fabricantes devem ser seguidas.

Em alternativa à Tabela 11, é referido outro método para determinar a localização dos detetores térmicos e de fumos, tal como vem referido na NT n.º 12. Esse método é especificado na CEA 4040 de Julho de 2003 e é função da área máxima de vigilância de um detetor (A_{max}), que se apresenta na Tabela 12.

Tabela 12. Distribuição de Detetores – CEA 4040 [18]

Área Total a Proteger (m ²)	Tipo de Detetor	Altura do Compartimento (m)	Inclinação do Teto	
			≤ 20°	> 20
			A _{max} (m ²)	A _{max} (m ²)
≤ 80	Fumo (EN54-7)	12	80	80
> 80	Fumo (EN54-7)	6	60	90
		6 ≤ 12	80	110
≤ 30	Térmico Grau 1 (EN54-5)	≤ 7,5	30	30
	Térmico Grau 2 (EN54-5)	≤ 6		
	Térmico Grau 3 (EN54-5)	≤ 4,5		
< 30	Térmico Grau 1 (EN54-5)	≤ 7,5	20	40
	Térmico Grau 2 (EN54-5)	≤ 6		
	Térmico Grau 3 (EN54-5)	≤ 4,5		

Função dos riscos a área efetiva (A_n) de vigilância é calculada por:

$$A_n = K \times A_{max} \quad (1)$$

Em que K é o fator de risco dado pela Tabela 13.

Tabela 13. Fator de Risco [18]

Local de Risco	Categoria de Risco	Coefficiente K
A e B	1 ^a a 4 ^a	1
C	1 ^a a 4 ^a	0,6
D	1 ^a a 4 ^a	0,6
E	1 ^a a 4 ^a	0,6
F	1 ^a a 4 ^a	0,3

7.4.1.2. TETOS INCLINADOS

Quando os detetores são instalados em tetos inclinados, o raio indicado na Tabela 11 pode ser aumentado em 1% por cada 1° de inclinação do teto, sendo o máximo permitido de 25%. Caso os tetos sejam curvos, a inclinação deve ser obtida por uma média da inclinação total da área em questão. Em tetos em escada os detetores devem ser instalados em cada um dos vértices, se a diferença de altura entre o cimo e a base de cada vértice ser inferior a 5% da altura total do vértice acima do chão, a sala deve ser tratado como tendo um teto plano [18].

7.4.1.3. PAREDES DIVISÓRIAS E OBSTÁCULOS

Os detetores não devem ser instalados a menos de 0,5 m de qualquer parede ou divisória, exceto os óticos de feixe luminoso. Se o espaço tiver menos de 1,2 m o detetor deve ser instalado no terço do meio. Se as salas estiverem divididas por parede, ou qualquer divisória que fiquem a uma distância inferior a 0,3 m do teto, estas devem ser consideradas tal como se chegassem ao teto e as seções consideradas como salas diferentes. É necessária a existência de um espaço desobstruído no mínimo de 0,5 m à volta do detetor [18].

7.4.1.4. VENTILAÇÃO

Caso a taxa de renovação de ar exceder cinco vezes por hora, podem ser necessários mais detetores do que os recomendados. Os detetores não devem ser diretamente instalados nas entradas de ar dos sistemas de Ar Condicionado e se a entrada de ar for num teto perfurado, um raio de 0,6 m em volta do detetor deve ser tapado [18].

7.4.1.5. DETETORES EM CONDUTAS DE AR

Estes detetores devem estar ligados ao SADI e ser considerados como elementos de proteção local e como suplemento de todo o SADI porque mistura do ar limpo que percorre a conduta com o fumo diminui a eficácia dos detetores e caso a ventilação esteja desligada, o fumo demora mais tempo a chegar até ao detetor. Os detetores devem ser colocados numa secção reta da conduta, nunca a uma distância duma curva, junção ou inclinação, inferior ao triplo da largura da conduta. Para condutas com velocidades de ar elevadas, ou com grandes variações, são mais aconselhados detetores por aspiração [18].

7.4.1.6. IRREGULARIDADES NO TETO

Quando a irregularidade do teto possua uma altura superior a 5% do pé direito, esta deve ser tratada como uma parede os seguintes requisitos devem ser aplicados:

- Um detetor em todas as células, se $D > 0,25^* (H-h)$
- Um detetor em células alternadas, se $D < 0,25^* (H-h)$
- Um detetor em cada três células, se $D < 0,13^* (H-h)$

Onde:

D Distância entre irregularidades, medida de fora a fora em metros;

H Pé direito da sala em metros;

H Altura da irregularidade em metros.

7.4.1.7. DETECÇÃO ACIMA DE TETOS FALSOS

Caso exista teto falso perfurado numa instalação deve-se ter em consideração a proteção contra incêndio que se inicia abaixo do teto falso e a que se inicia acima do teto falso.

Se a perfuração for pequena e não exista ventilação que empurre o fumo através desta, a detecção de incêndio deve ser colocada abaixo do teto falso para incêndio que comecem abaixo do mesmo. Caso não exista risco de o incêndio começar de baixo do teto falso, os detetores devem ser colocados acima deste [18].

No caso:

- Das perfurações perfazerem mais do que 40% em qualquer secção de 1 m x 1 m do teto;
- As dimensões de cada orifício excederem 10 mm x 10 mm;
- A espessura do teto não exceder três vezes a dimensão mínima de uma furação.

Os detetores acima do teto falso podem ser utilizados para detetar um fogo que comece abaixo do teto falso, e podem ser dispensados detetores abaixo deste.

7.4.1.8. DETECÇÃO ABAIXO DE CHÃO FALSO

Caso exista chão falso nas salas, devem ser instalados detetores por baixo do chão, sendo este tratado como se fosse outro compartimento, a menos que o chão seja perfurado e o chão falso

tenha uma altura inferior a 0,2 m ou não possua equipamentos ou instalações que possam causar propagação de incêndio [18].

7.4.1.9. DETETORES QUE NÃO ESTEJAM DEBAIXO DE TETO

Quando existe a ausência de um teto, os produtos resultantes da combustão confinam-se à coluna ascendente acima do fogo. Com a utilização de detetores de fumo ou térmicos, os limites em altura para a operação são indicados na Tabela 11 e o raio de operação deve ser calculados como sendo 12,5% da altura previsível do foco de incêndio [18].

7.4.2. DETETORES DE CHAMAS

Deve ser limitada a cobertura do detetor e alguns devem ser levado em conta, tais como:

- Obstáculos à radiação;
- Distância da linha de visão entre qualquer ponto na área vigiada e o detetor mais próximo.

Estes detetores devem permitir uma boa vigilância visual das áreas protegidas e para isso devem estar bem posicionados [18].

7.4.3. DETETORES LINEARES

Devem ser utilizados em espaços amplos de deteção e com grande altura em que os detetores pontuais já não são muito eficazes na deteção, como é o caso de armazéns com grande pé direito, hangares e grandes claraboias. Como emitem um feixe de deteção, este deve não deve possuir qualquer obstáculo para que a ligação entre emissor e recetor seja a mais adequada.

Na sua instalação, devem ser tidas em conta as instruções do fabricante quanto à distância máxima entre emissor e recetor, o ângulo de abertura do feixe de deteção e a distância mínima entre detetores lineares, quando for necessária a sua aplicação.

7.4.4. MÓDULOS INTERFACES

A sua localização deverá ser sempre o mais perto possível dos equipamentos, ou elementos a controlar. Devem estar em local seguro e em que apenas pessoas devidamente responsáveis e competentes o possam aceder.

7.5. LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DOS BOTÕES DE ALARME MANUAL

Geralmente os botões de alarme manual devem estar colocados entre 1,2 m a 1,6 m acima do chão. O seu local de instalação deve ser junto a portas de acesso a escadas de emergência, caminhos de evacuação e em cada saída para o exterior do edifício. Em locais com riscos especiais a sua instalação também deve ser contemplada. Onde existam pessoas com dificuldades motoras cuidados especiais no seu posicionamento devem ser tidos em conta.

Outro aspeto fundamental prende-se com o facto de que estes devem ser localizados de modo a que nenhuma pessoa dentro das instalações tenha de percorrer mais de 30 m para chegar a um botão de alarme manual, em locais que possam ter pessoas com dificuldades motoras esta distância deve ser reduzida. Em caso de riscos particulares de incêndio pode ser necessária a instalação de botões de alarme manual perto desses locais [18].

7.6. ALARMES

O método de alarme deve estar de acordo com os requisitos de estratégia e resposta em caso de incêndio. Existem casos, em que os procedimentos de alarme podem ser dados inicialmente por pessoal treinado, no entanto deve ser sempre providenciado um dispositivo que permita um alarme geral. Um alarme de incêndio deve ser reconhecido por todos e dever ser dado, pelo menos, por meio audíveis. Podem ser sirenes de alarme acústico ou sistemas de alarme por voz. Mas em zonas onde o sinal sonoro não possa ser eficaz deve ser utilizada em complemento uma sinalização ótica.

7.7. COMANDOS

Como complemento aos objetivos iniciais de deteção e alarme, a sinalização do sistema deve ser utilizada também para acionar, diretamente ou não, equipamentos auxiliares, tais como:

- Equipamentos de extinção;
- Portas corta-fogo;
- Sistemas de controlo de fumo;
- Registos corta-fogo;
- Controlo da ventilação;
- Controlo de elevadores;
- Portas de segurança.

A operação, ou o mau funcionamento de algum dos itens do equipamento auxiliar, não deve colocar em risco o funcionamento do sistema de detecção de incêndio ou interromper a transmissão de sinal para outro equipamento auxiliar. Pelo que existe a necessidade de providenciar alimentações complementares para grande parte destes sistemas, que apesar de poderem ser dadas ordens de comando em caso de incêndio, a alimentação pode ser feita através de fontes de alimentação específicas para os equipamentos ou com alimentações diferentes, como é o caso dos equipamentos de ventilação.

7.8. ATMOSFERAS POTENCIALMENTE EXPLOSIVAS (ATEX)

Se for necessário instalar um ou mais equipamentos de detecção e alarme de incêndio em áreas que apresentem riscos de explosão, de poeiras, vapores ou gases combustíveis deve-se utilizar equipamentos adequados para o efeito (do tipo EX). Relativamente às cablagens também se aplicam regras especiais nas áreas que se apresentem como atmosferas perigosas.

Quando os elementos de um SADI são instalados num zona denominada como área perigosa e forem do tipo EX, normalmente é instalada um Barreira de Zener, Figura 61, que permite isolar todo o circuito a montante, caso ocorram danos nos equipamentos e/ou cablagens e curto-circuitos.



Figura 61. Barreira de Zener – Siemens SB3 [32]

8. ASPETOS GERAIS DO PROJETO DE SISTEMAS EXTINÇÃO AUTOMÁTICA DE INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS COM GASES INERTES

8.1. GENERALIDADES

Neste capítulo apenas serão desenvolvidos os aspetos gerais da extinção de incêndios com gases inertes, tal facto deve-se à importância que este capítulo terá para a continuação do desenvolvimento desta Dissertação. O caso de estudo necessita que esta temática seja desenvolvida já que a instalação que é estudada utiliza maioritariamente gases inertes para extinção de incêndio. A norma que foi seguida para desenvolvimento deste capítulo foi a *National Fire Protection Association* (NFPA) 2001 - *Clean Agent Fire Extinguishing Systems*, que apesar de não apresentar valor no direito nacional é a norma mais utilizada para o dimensionamento de sistemas de extinção por gases inertes.

Para a escolha do agente extintor mais adequado será sempre apoiada nos seguintes fatores:

- Imposições regulamentares;
- Riscos associados;
- Presença humana no espaço a ser protegidos pelo Sistema Automático de Extinção de Incêndio (SAEI);
- Proteção local ou total;
- Espaço disponível para a bateria de cilindros;
- Custo do sistema.

No artigo 176º da Portaria n.º 1532/2008 de 29 de Dezembro, os sistemas fixos de extinção que sejam diferentes de água, neste caso poderá ser um gás inerte, pode ser utilizado como sistemas de inundação total ou aplicação local. Garantido também a existência de um pré-alarme de extinção que não deverá exceder os 60 segundos [17].

A utilização de um agente extintor inerte é a mais aconselhada para o tipo de instalação objeto de estudo desta dissertação e por isso a explicação de todo o método de cálculo e projeto será efetuada neste Capítulo devido à sua importância para o desenvolvimento e concretização deste trabalho.

8.2. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA

Para ser efetuado o dimensionamento do sistema com a concentração recomendada e o tempo necessário de descarga será necessário:

- Cálculo da quantidade de agentes extintor gasoso;
- Cálculo do número de cilindros;
- Desenho do traçado da tubagem;
- Quantificação e distribuição dos difusores;
- Definição dos comandos do sistema de extinção.

8.2.1. QUANTIDADE DE AGENTE GASOSO

De acordo com a norma NFPA 2001, a quantidade de gás inerte é calculada pela seguinte equação [24]:

$$X = \left(\frac{V_s}{s} \right) \times \ln \left(\frac{100}{100 - C} \right) \quad (2)$$

Onde:

X Volume de gás inerte necessário por m³ à temperatura especificada para atingir a concentração de gás indicada [m³/m³];

V_s Volume específico de gás inerte a 1,013 bar a 21°C [m³/kg];

s s = 0,6598 + 0,00242 x t [m³/kg] é o volume específico de gás inerte a 1 atm e à temperatura t;

C Concentração necessária de gás inerte [%];

t Temperatura mínima prevista do volume a proteger [°C].

A equação 3 é uma alternativa à equação 2, permitindo reduzir o número de incógnitas para apenas duas, a temperatura do volume a proteger e a concentração do gás [24].

$$X = 2,303 \left(\frac{294,4}{273 + t} \right) \times \log_{10} \left(\frac{100}{100 - C} \right) \quad (3)$$

A massa de gás a colocar nos cilindros será calculada da seguinte forma [24]:

$$M_x = \frac{X}{V_s} \quad (4)$$

Onde:

M_x Quantidade de gás inerte por metro cubico [kg/m³];

$$M = M_x \times V \quad (5)$$

V Volume total do espaço a proteger [m³].

M Massa de gás a ser utilizada [kg]

8.2.2. CÁLCULO DO NÚMERO DE CILINDROS

A equação 6 é utilizada para o cálculo do número de cilindros necessários a utilizar.

$$N_c = \frac{M}{M_c} \quad (6)$$

Onde:

N_c Número de cilindros.

M_c Massa que cada cilindro suporta, depende da pressão de armazenamento e dos fabricantes [kg].

8.2.3. QUANTIDADE E POSICIONAMENTO DOS DIFUSORES

O tamanho e posicionamento dos difusores devem ser suficientes para descarregar o fluxo necessário do gás no período determinados. Estes variam consoante o fabricante e aplicações, mas as suas características essenciais:

- Área de cobertura;
- Padrão do difusor (360°/180°);
- Dimensão;
- Caudal distribuído.

As normas e regulamentos recomendam que o espaçamento máximo entre difusores seja inferior a 6 m e a distância máxima a uma parede deverá ser inferior a 3 m [24].

O número de difusores é calculado por:

$$N_D = \frac{M_{xd}}{C_{Max}} \quad (7)$$

Onde:

C_{Max} Caudal máximo de descarga do difusor [kg/min];

M_{xd} Massa de gás a ser libertada no espaço a proteger [kg/min].

Este simples cálculo dá o número necessário de difusores, o caudal máximo é características de cada difusor. Contudo, poderá ser necessário o aumento da quantidade de difusores de acordo com a configuração da zona a proteger e da localização dos difusores.

8.2.4. ESCOLHA DA TUBAGEM

A escolha da tubagem de distribuição do gás é feita com base no fluxo de gás necessário para cada seção. De acordo com as NFPA 2001 e ISSO 14520 o agente extintor deverá ser descarregado de forma a alcançar 95% da concentração desejada em 60 segundos. Este requisito deve ser levado em conta ao dimensionar o seção das tubagens.

O cálculo das tubagens é efetuado de forma automática, pelas ferramentas de *software* das marcas e fabricantes de equipamentos de extinção. Mas existem tabelas, como a Tabela 14, em que é possível efetuar um dimensionamento das tubagens sem recorrer às ferramentas de cálculo dos fabricantes. Apesar da existência destas tabelas, os fabricantes aconselham sempre a verificação deste dimensionamento por *software*.

Tabela 14. Dimensionamento da Tubagem [23]

Diâmetro		Quantidade máxima de descarga
Milímetros (mm)	Polegadas	(kg/min)
15	½"	42
20	¾"	82
25	1"	130
32	1 ¼"	232
40	1 ½"	318
50	2"	480
65	2 ½"	682
80	3"	1065
100	4"	1860
125	5"	2940
150	6"	4200

O método aproximado de cálculo da tubagem com o auxílio da Tabela 14, baseia-se no somatório dos caudais de gás difundidos por cada difusor. Este cálculo é efetuado depois de todas as posições e quantidades de difusores serem validadas e para saber este valor basta dividir a quantidade total de gás pelo número de difusores. Como exemplo, temos a Figura 62,

em que T1 será dimensionada com base nos caudais dos difusores D1 e D2, sendo que T2 seria dimensionada só para alimentar D2. Logo, o caudal de gás que fluirá em T1 será $D1+D2$, e com base neste caudal será efetuada a escolha do diâmetro da tubagem T1, para T2 o procedimento é o semelhante.

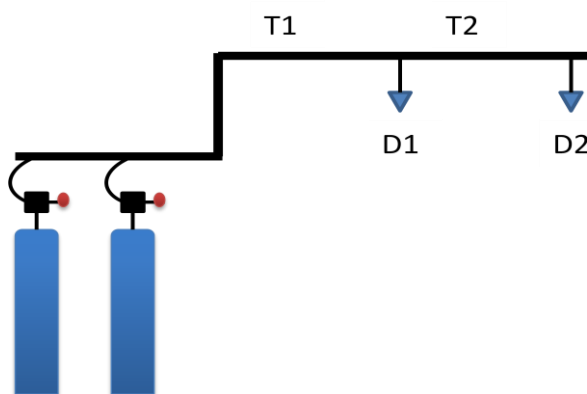


Figura 62. Exemplo de dimensionamento da tubagem

8.2.5. SELEÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS DETETORES AUTOMÁTICOS E BOTÕES DE ALARME MANUAL

Aplicam-se os mesmos princípios descritos no Capítulo 6 em relação à seleção e localização dos detetores automáticos de incêndio. Tendo sempre em conta qual a melhor escolha do tipo de detetor para o tipo risco de incêndio presente.

8.2.6. LOCALIZAÇÃO DA CENTRAL DE EXTINÇÃO

Deve ser instalada na sala que está mais perto da entrada principal da área protegida pelo SAEI, se possível de fácil acesso para as forças de intervenção, caso não seja possível, deve ser providenciada a colocação de painéis de controlo.

Dependendo do tamanho da área a proteger, ou seja, se for necessário mais do que uma central de extinção cada zona deve possuir a sua própria central programada para efeito desejado.

8.2.7. ALARMES

Os alarmes que constituem um SAEI normalmente são óticos e acústicos. E a sua localização pretende que estes sejam eficazes na atribuição do sinal de alarme e na proteção de bens e pessoas a quando de um alarme de incêndio.

Os alarmes acústicos num SAEI são as sirenes de alarme. Dependendo do sistema em uso, ou do fabricante, é possível possuir uma sirene de pré-alarme ligada à central de extinção e outra que indica o momento de libertação do agente gasoso com um som contínuo.

O alarme ótico associado a um SAEI é o painel indicador de libertação do agente gasoso, que normalmente é colocado no acesso ao compartimento em que o incêndio foi originado.

8.2.8. COMANDOS DO SISTEMA

Os comandos podem ser manuais ou automáticos e são todos dados pela central de extinção.

- Botão de libertação manual para ativação do processo de extinção;
- Botão de paragem de emergência, para interromper temporariamente o processo de extinção ou para cancelar o processo de extinção já iniciado, enquanto o tempo de pré-alarme estiver ativo;
- Bloqueio mecânico, para desabilitar completamente o mecanismo de extinção;
- Transmissão remota para alarmes e avarias;
- Mecanismo de controlo para fecho de portas, compartimentos corta-fogo, e desativação de sistema de ventilação;
- Elementos para ativação das válvulas e consequente início do processo de extinção.

8.2.9. ABERTURAS DE SOBREPRESSÃO

A eficácia de um sistema de extinção por gases inertes de inundação total depende, em parte, da retenção da mistura de ar e agente extintor no interior do volume protegido por um período de tempo. Sendo necessário que durante o período de extinção a estanquidade do local deva ser elevada com poucas fugas [28].

A adição de um agente extintor gasoso para um recinto com uma ventilação limitada naturalmente resultará em uma mudança de pressão no mesmo. Se o compartimento é muito selado durante a descarga do agente extintor, isto é, muito pouco área de ventilação, a mudança de pressão pode ultrapassar a resistência estrutural de uma ou mais das suas superfícies delimitadoras (janelas, portas, paredes ou teto). Por outro lado, se o compartimento tem uma área de ventilação muito grande, o efeito da extinção pode ser fraco, o que pode resultar num resultado nulo da extinção.

Assim, o uso de sistemas de combate a incêndio por agentes gasosos deve ter as seguintes considerações:

- Gestão da pressão dentro do volume protegido durante o período de descarga de agente extintor;
- Retenção da mistura de gás com o ar dentro do compartimento por um período de tempo especificado após a conclusão da descarga.

Para a segurança e integridade dos volumes a proteger e das pessoas no edifício, a pressão criada pela descarga do gás não deve ultrapassar a pressão máxima admitida no volume a proteger, já que a libertação do gás inerte no volume protegido irá criar uma pressão maior do que a pressão ambiente. Assim é necessário o dimensionamento das aberturas de sobrepressão, estas aberturas são dimensionadas de acordo com a quantidade de agente extintor usado no processo de extinção e a pressão máxima no compartimento e outros elementos. Esta abertura de ventilação vai permitir a redução da pressão do compartimento afetado e normalmente são utilizadas nas paredes e nas portas [28].

A sua ativação pode ser elétrica ou mecânica, mas as mais usuais são as que são ativadas pela pressão existida no volume protegido, uma ativação manual exercida pela pressão. Estas aberturas de sobrepressão são responsáveis pela diminuição da pressão no volume e por manter a estanquidade do local intacta.

A Figura 63 mostra um exemplo de uma abertura de sobrepressão.



Figura 63. Exemplo de uma abertura de sobrepressão

9. FERRAMENTA INFORMÁTICA DE APOIO AO PROJETO DE SISTEMAS DE EXTINÇÃO POR GASES INERTES

9.1. GENERALIDADES

A utilização de ferramentas de apoio ao projeto é hoje uma prática corrente, pois permite tornar as tarefas mais simples e rápidas. Muitas das tarefas num projeto são repetitivas e por isso consumidoras de bastante tempo. As ferramentas informáticas permitem ganhos significativos de tempo, recursos e não comprometem a qualidade dos projetos. Mas para isso devem ser validadas e verificadas por entidades competentes e acompanharem a constante evolução regulamentar, normativa, técnica e tecnológica.

Para os atuais e futuros projetistas, que necessitam responder na sua atividade a exigências de tempo e para cada projeto considerar a melhor solução, as ferramentas informáticas são um

apoio importante no dimensionamento de vários sistemas, permitindo um significativo redução de tempo e de forma geral são um incremento de qualidade e rigor ao trabalho desenvolvido.

No caso dos sistemas de extinção por agentes gasoso, atualmente são dimensionados com base em *softwares* dos fabricantes ou de entidades de homologação de sistemas de proteção de incêndio reconhecidas. Não é aconselhável que nenhum sistema seja instalado com base nos cálculos mencionados neste capítulo, apesar de serem a base para todo o dimensionamento.

A VdS, é exemplo de uma entidade que possui uma ferramenta de cálculo bastante poderosa e engloba sistemas de vários fabricantes, como a *Siemens* ou a *Tyco*, por exemplo. Com esta ferramenta de cálculo é possível, não só escolher o tipo de gás, mas como o fabricante e todos os componentes necessários para um SAEI. Esta tem como *outputs* todas as informações necessárias para um projeto de extinção de incêndios, como a quantidade de gás necessária, a tubagem, os difusores e a sua localização e ainda a isometria do sistema e fá-lo de forma automática.

Um fabricante que também possui este tipo de ferramenta é a *Fike Corporation*, através do *Fike ProInert Flow Calculation Software*, que recomenda especificamente que nenhum sistema deverá ser instalado sem a verificação e confirmação deste *software*. Apesar de ser uma ferramenta de cálculo do fabricante, esta deve ser homologada por um entidade reconhecida para o efeito, neste caso a VdS.

9.2. APLICAÇÃO E ARQUITETURA DA FERRAMENTA DESENVOLVIDA

A aplicação informática de apoio ao projeto de sistemas de extinção por gases foi realizada com suporte da ferramenta *Microsoft Visual Studio*[®] que possui um conjunto completo de ferramentas e serviços que permite a criação de aplicativos para as plataformas Microsoft.

A arquitetura da aplicação baseia-se no *Windows Form Application*[®], presente no pacote de ferramentas do *Microsoft Visual Studio*[®], que se traduz numa ferramenta de desenvolvimento de programas informáticos baseados em janelas, o que torna a navegação da solução final num processo intuitivo e de fácil interpretação pela semelhança à navegação nos sistemas operativos comuns. Em adição, este desenvolvedor informático permite a construção de interfaces com o utilizador de forma visual, permitindo ao programador aperceber-se do resultado e imagem final do programa enquanto o está a desenvolver.

Neste sentido, foi desenvolvida uma aplicação para sistemas de extinção que utilizem o Azoto como agente extintor, de acordo com o mencionado no capítulo 8 e fornece as seguintes informações:

- Quantidade de azoto (N_2) necessária para o volume a proteger;
- O número de cilindros;
- O número de difusores;
- A área mínima da abertura de sobrepressão (segundo a indicação do fabricante).

A Figura 64, mostra o ambiente gráfico da ferramenta desenvolvida.

Figura 64. Ferramenta de cálculo

Foi desenvolvida de acordo com a *National Fire Protection Association* (NFPA) 2001 e com os dados relativos ao sistema de extinção por N_2 da *Siemens*, o que inclui as características dos difusores, cilindros e aberturas de sobrepressão. É uma ferramenta mais simples das que são utilizadas para o dimensionamento de sistemas de extinção, mas por ser de fácil interpretação e mais específica torna os resultados quase imediatos para o utilizador, resultando numa significativa redução de tempo.

É constituída por uma única janela de inserção e amostragem de dados, e quando o utilizador clica no botão “Calcular” os resultados serão obtidos. Observando a Figura 64, podemos observar que esta possui campos que são editáveis, de seleção e de resultados obtidos:

9.2.1. CAMPOS EDITÁVEIS

- Área;
- Altura;
- Temperatura;
- Concentração;
- Tempo de descarga;
- Pressão máxima.

Nestes campos, sempre que os valores introduzidos forem incorretos, ou não estiverem dentro dos valores mencionados na NFPA 2001, é exibida uma mensagem de erro, com a respetiva indicação do erro efetuado.

9.2.2. CAMPOS SELECIONÁVEIS

- Cilindros (com pressões de 200 e 300 bar);
- Difusores, com o respetivo tamanho;

Com base na escolha do utilizador, a ferramenta de cálculo mostra os valores recomendados de cilindros e difusores.

9.2.3. MENSAGENS DE ERRO

De forma a obter resultados fiáveis, sem discrepâncias e de acordo com a norma aplicável, foram introduzidas mensagens de erro ou aviso ao utilizador como demonstra a Figura 65.

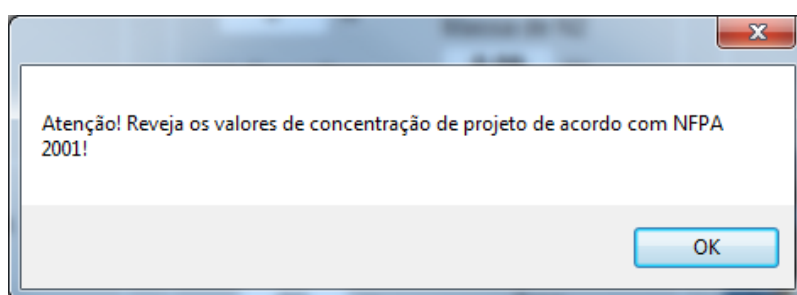


Figura 65. Exemplo de mensagem de erro da aplicação desenvolvida

A Figura 65, apenas mostra um exemplo de mensagens de aviso ao utilizador, caso os valores de concentração introduzidos não estejam de acordo com a NFPA 2001. Outras mensagens de aviso/erro foram introduzidas na ferramenta tais como:

- Valores de temperatura fora do normal;

- Valores inseridos corretamente;
- Dimensões do volume a proteger mal inseridas, com valores negativos por exemplo;
- E tempos de descarga não conformes com a norma aplicável.

9.2.4. AMOSTRAGEM DE RESULTADOS

Nestes campos não é possível efetuar por parte do utilizador qualquer tipo de alteração. Estes campos são em tom cinza e apenas efetuam a amostragem de resultados.

Ainda é possível observar que a ferramenta de cálculo está dividida por diferentes compartimentações devidamente identificadas, permitindo ao utilizador uma fácil perceção de que tipo de cálculo e valores a introduzir na ferramenta.

A Figura 66 indica os campos de amostragem de resultados da ferramenta automática de cálculo.

Figura 66. Campos de Amostragem de resultados – ferramenta automática de cálculo

10. *DATA CENTER* – DETEÇÃO E EXTINÇÃO DE INCÊNDIO

10.1. GENERALIDADES

Um *Data Center* é um repositório centralizado, quer físico ou virtual, de armazenamento, gestão e divulgação de informação em grande quantidade que normalmente está organizado por áreas de conhecimento ou de negócio. Permite às empresas, de qualquer tamanho, ou indivíduos ter ao seu alcance uma estrutura com grande capacidade, flexibilidade e alta segurança. Os *Data Centers* do ponto de vista de *hardware* e *software* são capacitados de grande tecnologia para processarem e armazenarem informações. Este espaço é projetado para proteger servidores e outros componentes como sistemas de armazenamento de dados e ativos de rede. O grande objetivo deste tipo de infraestrutura passa por garantir e disponibilizar equipamentos e ferramentas importantes para as organizações, garantido assim a continuidade de negócio das mesmas.

Na componente empresarial, os *Data Centers* oferecem várias vantagens como a redução de custos, pois permitem uma redução significativa no custo de aquisição de equipamentos de armazenamento e processamento já que grande parte dos dados/informação podem ser guardados e processados nestas instalações. O aumento de fiabilidade, porque uma das grandes características destas instalações é a segurança e continuidade de serviço, ou seja,

quando uma empresa investe num serviço deste tipo pretende que todas as suas informações sejam guardadas e mantidas em segurança, estando disponíveis em qualquer momento para os seus colaboradores. Ainda no campo empresarial, qualquer empresa/entidade pode possuir o seu *Data Center*, podendo este estar localizado fora das suas instalações ou fazer parte integrante das mesmas. Ou por razões económicas ser um serviço que é contratado a terceiros, isto é, empresas especializadas neste tipo de infraestruturas e tratamento de dados que possuem as infraestruturas em local destinto e apenas comercializam o uso.

Para além da componente empresarial, hoje em dia, é muito comum o uso das *Clouds* para uso pessoal, a utilização destas aplicações em computadores pessoais, *smartphones* e *tablets* é muito usual. Diversas organizações possuem serviços como este fazendo com que a existência de *Data Centers* seja de elevada importância para todos os ficheiros ou documentos que pretendemos guardar em *Cloud*.

Desta forma, ao ser implantado um *Data Center* é necessário efetuar uma análise completa para que seja encontrada a solução mais adequada para a redução de riscos. Estes riscos são divididos em origem natural, estando incluídos os incêndios, inundações, cortes de energia e campos eletromagnéticos e de origem humana como vírus, ataques de *hackers*, erros humanos não intencionais e falhas de procedimentos.

São muitas as organizações que possuem instalações deste tipo, em Portugal temos o exemplo da Portugal Telecom (PT) que recentemente inaugurou o seu *Data Center* na Covilhã, Figura 67. Esta infraestrutura está capacitada para oferecer às empresas soluções de armazenamento e computação, ou seja, possibilita que as empresas eliminem a necessidade de investir em *hardware*. Para os seus clientes particulares a PT também oferece serviços de *Cloud* sendo que todos os recursos de armazenamento estão neste *Data Center*.



Figura 67. Data Center da Portugal Telecom na Covilhã [42]

Este *Data Center* é um dos maiores do mundo contendo uma capacidade de armazenamento de trinta e três PetaBytes, cinquenta e seis mil servidores e uma área de 75,500 m².

Outras organizações como a *Google*, *Microsoft*, *Apple* e *Facebook* possuem diversos *Data Centers*, sendo estes uma das partes estruturais mais importantes de toda a organização.

Outro exemplo, é um dos vários *Data Centers* da *Microsoft*, em *Chicago* nos Estados Unidos da América, Figura 68, trata-se de um modelo único em que agrupa os servidores por grupos e armazena-os em contentores.



Figura 68. *Data Center* da *Microsoft* em *Chicago* [37]

10.2. ESTRUTURA

Os *Data Centers* possuem equipamentos que contam com tecnologia avançada, como servidores, fontes de alimentação com grande capacidade, controlo de temperatura, sistemas de segurança e gestão avançados, tudo para proteger e permitir um funcionamento contínuo de toda a infraestrutura. Toda a sua estrutura tem de ser pensada para proteger toda a informação contida nos seus servidores e para isso sistemas ativos e passivos de segurança devem ser dimensionados e instalados de acordo com vários critérios. Um exemplo de uma norma, não europeia, que cobre os requerimentos de proteção para este tipo de infraestruturas é a *National Fire Protection Association (NFPA) 75 – Standard for the Protection of Eletronic Computer/Data Processing Equipment*.

Para além da sua arquitetura, podemos distinguir outros sistemas de grande importância na conceção de um *Data Center*:

10.2.1. ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA

Responsável por toda a alimentação do edifício, deve garantir o fornecimento ininterrupto de energia elétrica ou oscilações no seu funcionamento, incluído UPS e geradores de socorro para falhas de alimentação.

10.2.2. INFRAESTRUTURA DA REDE

Constituída pelas ligações entre equipamentos de comunicação e armazenamento de dados, ou seja, o interligam os componentes principais do *Data Center*. Esta rede é constituída essencialmente por condutores de cobre, os cabos mais utilizados são os Unshield Twisted Pair (UTP) e os Shielded Twisted Pair (STP) e cabos de fibra ótica, Figura 69.



Figura 69. Cabo UTP e Fibra Ótica

Obviamente que esta infraestrutura para funcionar possui os equipamentos ativos de rede que se encontram instalados nos bastidores. Equipamentos estes que são responsáveis pela comunicação adequada entre os diversos equipamentos de rede, maioritariamente são *switches* e *routers*, Figura 70.



Figura 70. Switch e Router [41]

Nos bastidores são instalados não só estes como outros equipamentos essenciais, casos de discos rígidos e servidores.

A Figura 71, mostra o exemplo de uma instalação de equipamentos e cabos num bastidor.



Figura 71. Bastidores [38]

10.2.3. VENTILAÇÃO

O edifício deve permanecer numa temperatura adequada para o correto funcionamento de todos os equipamentos, o que previne o sobreaquecimento, oscilações na temperatura também podem ser prejudiciais ao correto funcionamento de qualquer equipamento. Por isso um bom sistema de ventilação e de arrefecimento é de elevada importância num *Data Center*.

São várias as formas de ventilação das salas de um *Data Center* e todas têm um objetivo comum, efetuar uma ventilação eficiente do sistema.

Um exemplo muito usual é o da utilização dos chamados “corredores de ar quente” e “corredores de ar frio”. Nesta solução os bastidores ou racks podem ser agrupados para que o ar quente seja extraído depois de ter efetuado a ventilação dos equipamentos.

Isto consegue-se insuflando o ar frio pelo chão falso, neste tipo de soluções os “corredores de ar quente” podem ou não ser isolados. Importante referir que esta solução serve para aumentar a eficiência do equipamento de ventilação e assim poupar energia.

A Figura 72 mostra um exemplo de aplicação de ventilação por sistema de corredor.

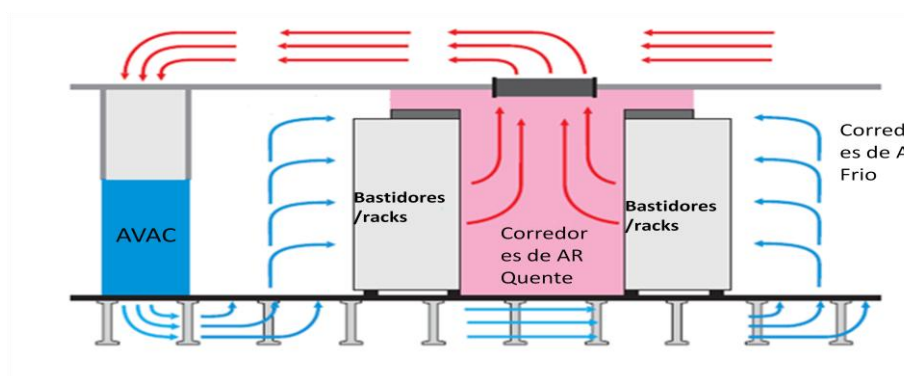


Figura 72. Ventilação por sistema de corredor [27]

A ventilação também pode ser efetuada de uma maneira mais comum, feita para que o ar frio seja encaminhado para os bastidores e depois o ar quente ser extraído pelo teto falso, quando este existe. Mas fundamentalmente este tipo de ventilação pretende que o ar frio circule pelos equipamentos para os arrefecer. A Figura 73 mostra um exemplo deste tipo de aplicação.

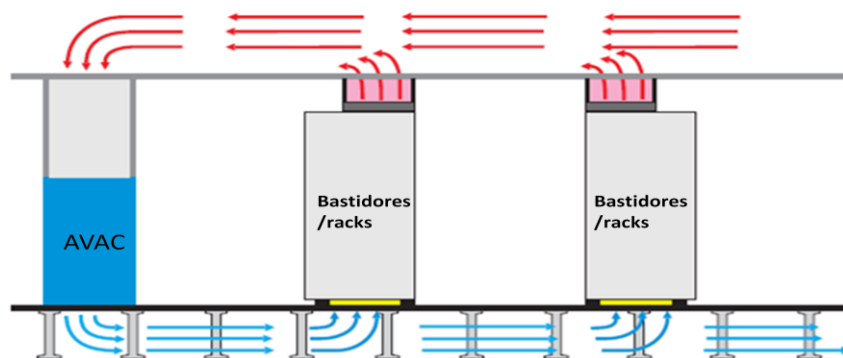


Figura 73. Sistema convencional de ventilação [27]

10.2.4. SEGURANÇA

Devido ao facto de agregarem um grande número de informações e equipamentos e em muitos casos o funcionamento de organizações estar dependente destas instalações, a segurança é um fator essencial ao funcionamento de um *Data Center*. A interrupção do funcionamento de um *Data Center* é bastante prejudicial já que as organizações que estão dependentes destes serviços podem enfrentar paragem de serviços ou processos de produção, causando prejuízos enormes.

10.2.4.1. SISTEMAS PASSIVOS DE SEGURANÇA

A proteção passiva assume um papel de elevada importância no âmbito da proteção contra incêndio de um edifício e visa cumprir as seguintes funções: compartimentação, desenfumagem, proteção de estruturas e melhoria do comportamento ao fogo dos materiais de construção. Para isso a proteção passiva compreende todos os materiais, sistemas e técnicas que visam impedir ou retardar a propagação dos incêndios [25].

Segundo a Nota Técnica (NT) n.º 9 a proteção passiva contra incêndio pode dividir-se em cinco áreas [25]:

- Resistência ao fogo de elementos estruturais e de elementos integrados em instalações técnicas, que inclui a manutenção das funções dos mesmos;

- A compartimentação vertical e horizontal dos edifícios, que inclui as paredes e lajes com características de resistência ao fogo e todos os sistemas complementares;
- As condições de evacuação dos edifícios, incluindo os locais e as vias de evacuação;
- Os materiais e elementos de construção e de revestimento, com a adequada reação ao fogo ou a produtos de tratamento de materiais e elementos de construção que visam melhorarem o comportamento ao fogo desses materiais e elementos;
- Sistemas de desenfumagem passiva que compreendem a aplicação de aberturas de admissão de ar novo e de escape de fumo, bem como, condutas de desenfumagem e registros resistentes;
- Sistema de sinalização de segurança, que é composto por conjunto de sinais e outros produtos de marcação com características fotoluminescentes.

Por isso num *Data Center* não deverá ser diferente, as propriedades dos materiais das salas onde são instalados todos os equipamentos necessitarão de uma redobrada atenção pela sua importância. Alguns dos aspetos que são mencionados na NFPA 75 [26]:

- Proteção contra danos externos para as salas de armazenamento, processamento e telecomunicações;
- As salas mencionadas devem ser separadas de outros compartimentos existentes por construção resistente ao fogo;
- Não devem ser instaladas perto áreas ou estruturas em que processos perigosos sejam efetuados;
- Tanto o chão falso como o teto falso devem ser constituídos por materiais não combustíveis;
- Apenas equipamentos eletrónico e equipamento de suporte são permitidos nas salas mencionadas, caso exista equipamento de escritório este deve ser de metal ou de material não combustível;

10.2.4.2. SISTEMAS ATIVOS DE SEGURANÇA

O sistema de proteção ativa contra incêndio normalmente é constituído Sistemas Automáticos de Detecção de Incêndio (SADI), Sistemas Automático de Extinção de Incêndio (SAEI), extintores, *sprinklers*, alarme e iluminação de emergência.

O SADI deve ser instalado de tal forma que permita uma célere detecção de incêndio, os botões manuais e as sirenes de alarme devem desempenhar também um papel fundamental neste sistema.

O SAEI é o sistema responsável quando é necessário a proteção dos equipamentos, pois extingue o incêndio, permite uma redução do dano nos equipamentos e possibilita um fácil retorno de todo o serviço. Deverá ser utilizado gás como agente extintor de aplicação total.

Outro sistema de extinção utilizado são as redes de *sprinklers*, que nunca devem ser utilizados como primeiro meio de intervenção devido aos elevados prejuízos que acarretará. Sistemas de extinção que utilizam água não são aconselháveis para fogos de origem elétrica, por isso a utilização de *sprinklers* só é adequada para proteção da estrutura e não para proteção dos equipamentos. Os extintores devem ser providenciados e ajustados para a classe de fogo existente no local.

10.2.4.3. SEGURANÇA DO EDIFÍCIO

A segurança passa por todo um conjunto de Sistemas Automáticos de Controlo de Acessos (SACA), Sistemas Automáticos de Detecção de Intrusão e Roubo (SADIR) e de um Circuito Fechado de Televisão (CFTV), para uma constante vigilância de toda o edifício.

A gestão técnica centralizada desempenhará um papel importante na integração destes sistemas, incluindo o SADI e o SAEI, permitindo um controlo centralizado da instalação em tempo real, a verificação do estado de todos os sistemas e a operação destes de uma forma fácil e intuitiva.

10.3. A PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS

10.3.1. GENERALIDADES

Estas instalações apresentam um grande risco de incêndio pelo facto de abrigarem uma grande quantidade de carga combustível, muitos materiais inflamáveis como, plástico, borracha e tinta com muitas fontes de calor. Prevenir e combater a ocorrência de incêndios nos *Data Centers* não é apenas um questão de proteger as vidas humanas e estruturas mas também proteger a informação e imagem corporativa, já que possíveis danos a servidores e computadores podem significar a paralisação de empresas, custos avultados para substituição de equipamentos danificados e mais importante a perda de informação importante.

O maior risco de incêndio advém das instalações e componentes elétricas, em que uma sobrecarga ou curto-circuito pode dar origem a um incêndio de grandes proporções. Outro aspeto importante de referir é o agrupamento de equipamentos eletrónicos em diversos bastidores que consomem energia durante 24 horas e geram calor, por isso necessitarem de constante ventilação e arrefecimento, pois caso contrário, o aquecimento excessivo pode dar origem a um incêndio.

A segurança contra incêndios é bastante complexa, tanto a proteção passiva como a ativa devem assegurar um grau elevado de proteção. A segurança física e estrutural do *Data Center* é tão importante como um SADI ou um SAEI, a utilização de divisórias corta-fogo, portas estanques corta-fogo, entradas e ductos blindados que não oferecem apenas uma segurança contra incêndios, mas também contra outros riscos físicos e estruturais como água, poeiras, fumos, interferências eletromagnéticas, etc [27].

10.3.2. DETECÇÃO DE INCÊNDIO

Pelo facto de grande parte dos incêndios nos *Data Centers* terem origem elétrica, e que normalmente produzem fogos que originam bastante fumo. Na Tabela 15 são mostradas alguns exemplos de áreas de risco de um *Data Center* e o respetivo cenário típico de incêndio.

Tabela 15. Áreas de risco de um *Data Center* [27]

Compartimento/Equipamentos	Conteúdo	Cenário de incêndio
Salas de comunicações, armazenamento e processamento.	Equipamento eletrónico instalado em racks ou bastidores.	Desenvolvimento lento e produção de incêndios com bastante fumo dentro dos bastidores e racks.
Áreas de suporte técnico	Ferramentas, secretárias, armários, etc.	Baixa carga de incêndio e o cenário é o mesmo que nas salas de comunicações.
Alimentação elétrica e redes de comunicações	Várias zonas de alimentação a baixa tensão e cabos de comunicação	Baixa ou média temperatura que pode originar incêndios com bastante fumo.

Observando a Tabela 15 e de entre todo o tipo de detetores automáticos mencionados no Capítulo 5 do presente relatório, os que mais se adequam a este tipo de instalação são os detetores óticos de fumo, Figura 21, e os detetores de fumo por aspiração, Figura 25.

Os detetores pontuais de fumo podem efetuar a deteção de incêndio nestes ambientes, mas iria verificar-se um atraso na deteção, potenciando os danos e as perdas aquando da ocorrência de um incêndio. Assim, devem ser instalados detetores de alta sensibilidade de modo a permitir uma deteção o mais precocemente possível e uma rápida intervenção humana ou por parte do sistema de extinção existente.

Os sistemas de deteção de aspiração de fumo, são os mais adequados para este tipo de instalações. Por ser um sistema ativo que realiza uma análise constante do ar, determinando a quantidade de partículas de fumo presentes no mesmo, permitindo uma deteção precoce do incêndio.

Os detetores de aspiração devem cumprir os requisitos da Norma Europeia EN 54-20, sendo esta uma condição preliminar para a marcação CE como também existe a necessidade de os filtros utilizados serem homologados por entidades competentes, por exemplo a VdS.

Segundo a EN 54-20 estes detetores são divididos em três classes que relacionam a sensibilidade do detetor e a sua aplicação, conforme indicado na Tabela 16.

Tabela 16. Classificação dos detetores por aspiração segundo a EN 54-20 [43]

	Sensibilidade	Aplicação
Classe A	Muito Alta	Deteção muito precoce, zonas com um elevado grau de diluição de ar como, p. ex., condutas de ar condicionado de salas limpas.
Classe B	Alta	Deteção muito precoce de fogo na maioria das zonas onde são guardadas mercadorias de grande valor e/ou zonas de processamento.
Classe C	Normal	Deteção de fogo em zonas onde os detetores convencionais não são suficientes

As tubagens deste detetor podem ser instaladas juntos dos cabos no chão falso ou próximos dos *racks* onde estão instalados a maior parte dos equipamentos.

A deteção de incêndio num *Data Center*, passará sempre por cobrir todos os espaços existentes nas salas, chão e teto falsos, teto real e ventilação. Dependendo da configuração da

sala a escolha do tipo de detecção terá de ter em conta obrigatoriamente o risco associado, sendo que a melhor solução passará sempre pela conjugação de detetores de fumo por aspiração com detetores pontuais de fumo ou térmicos.

A Figura 74, mostra um exemplo de detecção por aspiração em chão falso.



Figura 74. Detecção por aspiração em chão falso [40]

Nem sempre toda a detecção de incêndio passa pela instalação de detetores por aspiração, a utilização de detetores óticos de fumo é muito utilizada. Por exemplo, a utilização de detetores óticos no chão falso e teto real em conjugação com um detecção por aspiração nas grelhas de extração de ar e por cima dos bastidores. A Figura 75 mostra um exemplo de detecção de incêndio por aspiração em grelhas de ventilação e bastidores.

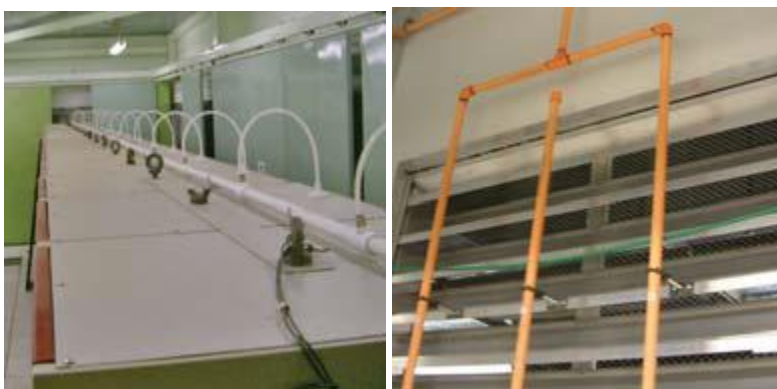


Figura 75. Detecção por aspiração em grelhas de ventilação e bastidores [40]

10.3.3. EXTINÇÃO DE INCÊNDIO

Como já foi mencionado neste capítulo, nas instalações de *Data Center*, existem vários meios de extinção de incêndio entre eles os extintores que devem ser adequados à classe de fogo existente no local onde estes são instalados e os *sprinklers*, que sendo um meio de proteção e extinção de incêndio ativo só devem funcionar como protetores da estrutura e não como meios de primeira intervenção.

Para uma proteção dos equipamentos e para uma extinção eficaz do incêndio, devem ser utilizadas soluções de extinção por gás, como aquelas mencionadas no Capítulo 6. Por um lado, uma solução de extinção que utilize água danificará sempre os equipamentos o que leva a tempos de paragem maiores e prejuízos mais avultados. Por outro lado, as soluções de extinção por gases levam a tempos de paragem muito pequenos, o que significa menos prejuízos, e os danos nos equipamentos é nulo.

De entre as opções de extinção por gases, as mais comuns são as que utilizam gases químicos, mencionadas no ponto 6.7.1 do Capítulo 6 ou gases inertes mencionadas no ponto 6.7.2 do presente relatório.

Este tipo de gases permite que o incêndio seja extinto, minimizando o impacto da extinção nos equipamentos e nos ocupantes do edifício. Com o desenvolvimento de novas formas de deteção e libertação do agente extintor, as soluções de proteção e extinção de incêndio em *Data Centers* são cada vez mais seguras e fiáveis.

10.3.3.1. PROCESSO DE EXTINÇÃO

Como foi mencionado no ponto 6.3.3 do Capítulo 6 do presente relatório, para se dar início ao processo de extinção é necessário a confirmação de alarme por parte de dois detetores automáticos de incêndio ou pela ativação manual do sistema.

Num *Data Center*, a escolha recairá sempre por detetores de fumo, pontuais ou por aspiração, mas também é possível escolher o tipo de sistema, coletivo ou endereçável.

Num sistema coletivo, obrigatoriamente todos os detetores automáticos estão ligados à central de extinção. Esta deverá ter capacidade no mínimo para duas linhas ou zonas, em *stub* (antena), devido à necessidade da dupla confirmação, ou seja, indicação de alarme em zonas distintas. Neste tipo de sistema todos os comandos são realizados na central de extinção, sendo que a indicação de alarme ou avarias do sistema só poderá ser observada na mesma ou

em painéis repetidores devidamente providenciados. A Figura 76 mostra um exemplo de um esquemático de detecção de incêndio coletivo nas zonas de extinção.

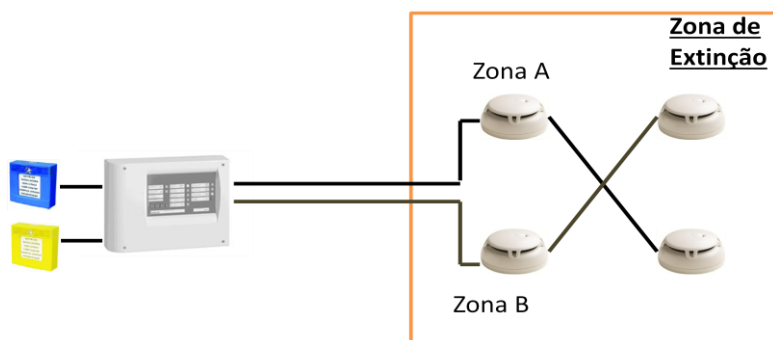


Figura 76. Esquemático de zona de extinção com elementos coletivos

Mas com o desenvolvimento da tecnologia é possível que todos os elementos sejam endereçáveis, exceto os botões de ativação e bloqueio. Com um sistema endereçável é possível indicar qual o elemento da linha que ativou o alarme e a atribuição de um texto a este elemento ou zona de detecção em que o evento ocorreu. Este sistema torna-se mais versátil já que não existe a necessidade da ligação dos detetores à central de extinção e o controlo do sistema pode ser efetuado na central de detecção de incêndio ou na central de extinção. A confirmação por parte de dois detetores de zonas distintas também é obrigatória, mas por ser um sistema endereçável todo este processo é efetuado através de programação. A Figura 77 mostra um exemplo de um esquemático de uma zona de extinção com elementos endereçáveis.

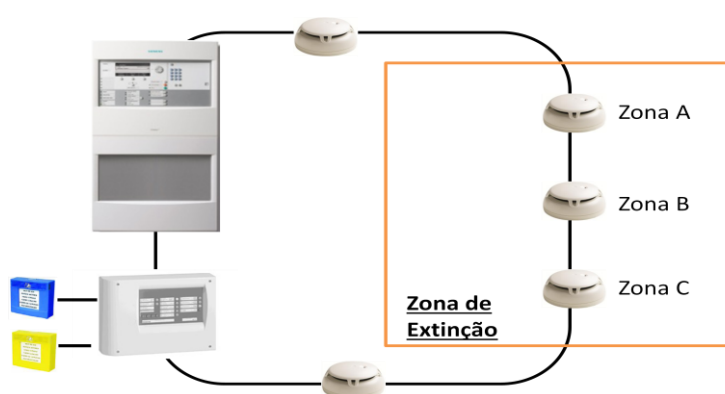


Figura 77. Esquemático de zona de extinção com elementos endereçáveis

Para além da escolha do tipo de sistema, é necessário especificar outros componentes presente num SAEI como as sirenes de alarme e os painéis óticos-acústicos de informação de libertação do gás.

Os painéis ótico-acústicos são ativados depois da dupla confirmação de alarme de incêndio na zona a proteger e são instalados nos locais de acesso às zonas de extinção. A Figura 78 mostra um exemplo de um painel ótico-acústico.



Figura 78. Painel ótico-acústico – Menvier CSA 5055

Relativamente aos contactos magnéticos das portas, por indicação da Nota Técnica n.º17 estes não devem ser inibidores do processo de extinção, sendo que a sua utilização dependerá dos critérios do projetista [21]. Já que a sua utilização dos contactos de porta não é obrigatória devem-se ter certos cuidados aquando do processo de extinção. Caso as portas de acesso não estejam encerradas todo o processo de extinção perderá efeito, por isso as portas de acesso devem possuir molas de fecho automático para que estejam sempre encerradas e caso exista um incêndio o agente extintor produza o efeito pretendido.

No processo de extinção com agentes gasosos um comando muito importante realizado pela central de extinção é o controlo sobre a ventilação, já que grande parte do sucesso da extinção deve-se à estanquidade da sala e para isso é necessário existir um controlo sobre os equipamentos de ventilação e os meios de alimentação da sala.

A Figura 79, mostra um exemplo de aplicação de um SAEI num *Data Center*, em que é possível observar todos os componentes mencionados anteriormente.



Legenda:

- 1 – Detetores de fumo por aspiração;
- 2 – Detetores de fumo/térmicos pontuais;
- 3 – Central de Extinção
- 4 – Cilindros de agente extintor;

- 5 – Alarmes sonoros;
- 6 – Botão manual de ativação de extinção
- 7 – Difusores;
- 8 – Painel ótico de aviso.

Figura 79. Extinção de incêndio em *Data Center*

10.3.3.2. AGENTES EXTINTORES

Como já mencionado os agentes extintores gasosos são os meios de extinção mais utilizados para a extinção em *Data Centers*, pois permitem uma rápida extinção, sem resíduos e por conseguinte sem necessidade de limpeza. Garantem ainda que depois do processo de extinção os equipamentos que não foram danificados pelo fogo continuam em funcionamento, minimizando assim os prejuízos.

A Tabela 17, compara as características dos gases inertes com os gases químicos.

Tabela 17. Comparação entre gases inertes e gases químicos [27]

Gases Inertes	Gases Químicos
São armazenados a altas pressões;	Armazenado em líquido;
Requerem tubagem e cilindros de alta pressão;	Cilindros e tubagem standard;
Requerem um maior número de cilindros, logo uma maior área de armazenamentos;	Requerem um número reduzido de cilindros, logo, uma área de armazenamento menor;
Custo reduzido do gás;	Custo elevado do gás;

No caso dos gases inertes, que são armazenados a elevadas a grandes pressões o desenvolvimento de válvulas que permitem uma descarga de gás constante e a pressões mais baixas do que aquelas a que o gás é armazenado, permitem uma redução do diâmetro das tubagens e reduzem também os picos de pressão existentes na libertação do agente extintor.

A Figura 80 mostra um exemplo de uma válvula redutora de pressão e a Figura 81 mostra um exemplo de montagem de um sistema de extinção por gases inertes.



Figura 80. Válvula redutora de pressão – B0480 [39]



Figura 81. Montagem de um sistema de extinção [39]

Estudos efetuados comprovam também que a utilização de agentes extintores gasosos utilizados na extinção em *Data Centers* podem interferir no funcionamento dos discos rígidos e em alguns casos danificá-los. Estas falhas podem ser causadas pelo elevado ruído emitido pela libertação do gás no processo de extinção [22].

A utilização de difusores, como o *Silent Nozzle* da Siemens, Figura 54, em conjunto com válvulas de libertação de gás a pressão constante, permitem uma redução do pico de libertação do agente extintor e reduzem o nível de ruído durante o processo de extinção, para um nível que seja adequado para estas instalações.

Este tipo de sistemas e avanço da tecnologia oferecem inúmeras soluções e vantagens na proteção de incêndio em *Data Centers*. A escolha do projetista relativamente aos sistemas de segurança contra incêndio passará pelos sistemas analisados neste capítulo que apesar do seu elevado custo de aquisição e instalação é inteiramente justificado pelo ainda maior custo de paragem ou substituição dos equipamentos danificados em caso de incêndio.

11. ESTUDO DE CASO

11.1. GENERALIDADES

No presente capítulo será apresentado um estudo de caso prático, de projeto de um Sistema Automático de Detecção de Incêndio (SADI) e de um Sistema Automático de Extinção de Incêndio (SAEI) de um *Data Center*.

O projeto realizado atendeu à regulamentação de segurança contra incêndios em edifícios e normas aplicáveis em vigor e pretendeu dotar o edifício de uma solução de proteção automática que garanta a segurança dos seus ocupantes e proteja os bens materiais.

Em anexo ao presente relatório do trabalho desenvolvido, encontra-se disponibilizado o projeto de execução desenvolvido para a instalação.

Assim, no presente capítulo apenas será realizada uma apresentação resumida do trabalho realizado e das soluções adotadas no projeto, sendo que para informação mais completa poderá ser consultado o projeto completo em anexo ao trabalho.

11.2. CARATERIZAÇÃO DA INSTALAÇÃO

A instalação objeto do projeto é um *Data Center*, com uma área 1584 m², constituído por um único piso.

A Figura 82 mostra a compartimentação do edifício assim com a indicação da utilização de cada uma das compartimentações do mesmo.

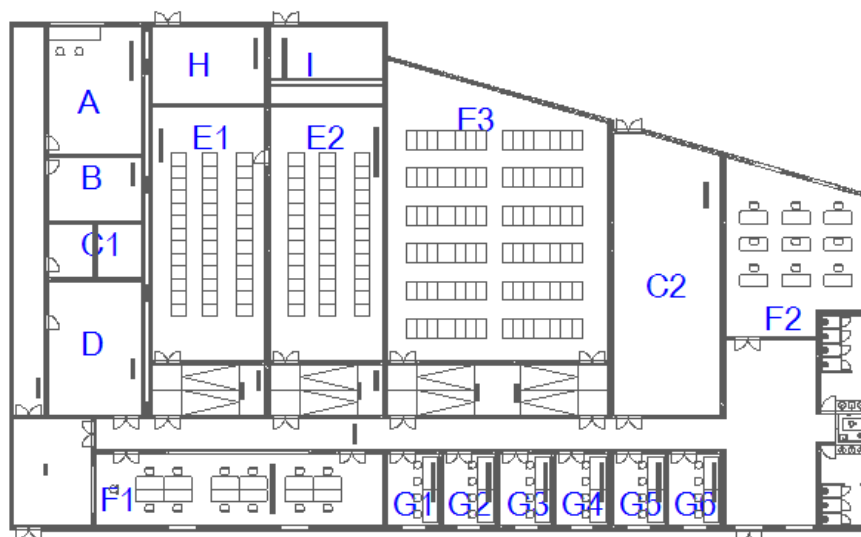


Figura 82. Caso de Estudo – Data Center

Observando a Figura 82, é possível distinguir as seguintes compartimentos:

- **Compartimento A** – Sala de Segurança;
- **Compartimento B** – Zona de Apoio, em que ficarão os cilindros de agente extintor e as Centrais de Extinção;
- **Compartimento C1 e C2** – Armazéns;
- **Compartimento D** – Bandoteca;
- **Compartimento E1, E2 e E3** – Zonas de telecomunicações, servidores e armazenamento de dados, onde será executado o estudo da extinção automática de incêndio;
- **Compartimento F1 e F2** – Administrativos;
- **Compartimento G1 a G6** – Áreas de montagem;
- **Compartimento H** – Sala das baterias;
- **Compartimento I** – Sala de retificadores.

O edifício tem um pé-direito máximo de 5 m, existindo compartimentos com pés-direitos inferiores, conforme indicado na Tabela 18. Em alguns compartimentos existem zonas com chão falso e/ou teto falso, conforme descrito na mesma tabela.

Tabela 18. Descrição da instalação

Compartimento(s)	Pé direito (m)	Teto Falso (m)	Chão Falso (m)
A	3,5	1,5	
B	5	--	--
C	5		
D	5		
E1 e E2	4	--	1
E3	3	1,2	0,8
F	3,5	1,5	--
G	3,5	1,5	--
H	5	--	--
I	5	--	--

Quanto à utilização-tipo, de acordo com o definido no artigo 8.º do Decreto – Lei n.º 202/2008 – Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios (RJ-SCIE) e a Nota Técnica (NT) n.º1 estamos perante um edifício de utilização mista, sendo que as áreas anteriormente mencionadas são classificadas nos tipos indicados na Tabela 19 [13], [14]:

Tabela 19. Utilizações Tipo – Data Center

Utilização – Tipo	Compartimento
III	A
	F
XII	B
	C
	D
	E
	H
	I

Conforme é possível observar na Tabela 19, não existem UT específicas para salas de telecomunicações, servidores, etc. A classificação destes espaços quanto à utilização é

realizada por analogia com os tipos de UT definidas pelo RJ-SCIE. Assim, os compartimentos do presente estudo de caso, destinadas a telecomunicações e servidores (compartimentos E1, E2 e E3), foram considerados como sendo UT XII, conforme indicado na Tabela 19.

Quanto à classificação de acordo com a natureza de risco, o artigo 10.º do RJ-SCIE define que todos os locais dos edifícios e recintos, com exceção dos espaços interiores de cada fogo e das vias horizontais e verticais de evacuação, devem ser classificados, de acordo com a natureza do risco, em 6 categorias, anteriormente identificados na Tabela 6 deste trabalho. A Tabela 20 mostra a classificação quanto à natureza do risco, dos diversos compartimentos do edifício de estudo de caso.

Tabela 20. Classificação quanto à natureza do risco – Data Center

Compartimento	Local de Risco
A	A
B	A
C1 – C2	C
D	A
E1 – E2 – E3	C
F1 – F2	A
G1 – G2 – G3 – G4 – G5 – G6	A
H	C
I	C

Para a classificação dos locais quanto a natureza do risco, foi tido em conta o efetivo que cada compartimento irá ter e o respetivo risco de incêndio.

Nas áreas A, B, D, F e G devido ao previsível baixo efetivo e ao baixo risco associado a classificação atribuída foi a “A”. Para as zonas de Telecomunicações, Armazenamento de dados e Armazéns, salas de baterias e retificadores a classificação atribuída é justificada pela elevada carga de incêndio existente nos locais mencionados.

11.3. SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECÇÃO DE INCÊNDIO

Dada a importância da instalação e a necessidade de detecção precoce de um princípio de incêndio, de forma a facilitar o combate e a extinção do mesmo, a instalação exige um sistema, fiável, robusto e versátil, assim, a detecção automática de incêndio será constituída por uma Central de Detecção de Incêndio (CDI) endereçável.

A escolha incidu por um sistema endereçável, porque o mesmo permite um endereçamento por elemento, permitindo em caso de incêndio uma informação precisa sobre o dispositivo em alarme e a sua localização, permitindo reduzir o tempo de resposta ao alarme, o que em situações de incêndio real, pode permitir antecipar o combate e a extinção do incêndio, reduzindo as consequências e perdas provocadas por esse incêndio.

Relativamente ao número de *loops*, foi utilizada uma CDI com capacidade para dois *loops*, e uma capacidade de ligação a 252 elementos, de forma a permitir a colocação de todos os elementos necessário para a instalação e ainda assegurar uma reserva para futuros elementos que futuras alterações ou expansões na instalação possam exigir.

Por outro lado, como é necessário a instalação de elementos de interface, quer para a realização de comandos, quer para a aquisição de informações, torna a instalação de um sistema endereçável mais adequada.

Para auxílio das forças de intervenção, em caso de incêndio, e para facilitar a tomada de conhecimento e atuação sobre o sistema por parte dos ocupantes do edifício, serão instalados dois painéis repetidores. Os painéis repetidores foram colocados nas entradas/saídas do edifício, sendo possível em caso de incêndio uma rápida visualização da zona afetada por parte das forças de intervenção. Nos compartimentos E1, E2 e E3 foram também instalados painéis repetidores e controlo, com a intenção de ser possível o controlo do sistema nestas zonas.

A Figura 83, mostra uma imagem dos equipamentos escolhidos.



Figura 83. Central de detecção de incêndios e Painel Repetidor

Quanto ao tipo de detetores automáticos de incêndio foram utilizados detetores óticos de fumo, por um lado, porque são os que permitem uma deteção mais rápida do princípio de incêndio e, por outro lado, porque as zonas em questão encontram-se isentas de fumos, poeiras ou vapores, que poderiam motivar a ocorrência de falsos alarmes.

A Figura 84 mostra um extrato da planta do edifício estudo de caso, com a implementação dos diversos equipamentos de segurança contra incêndio.

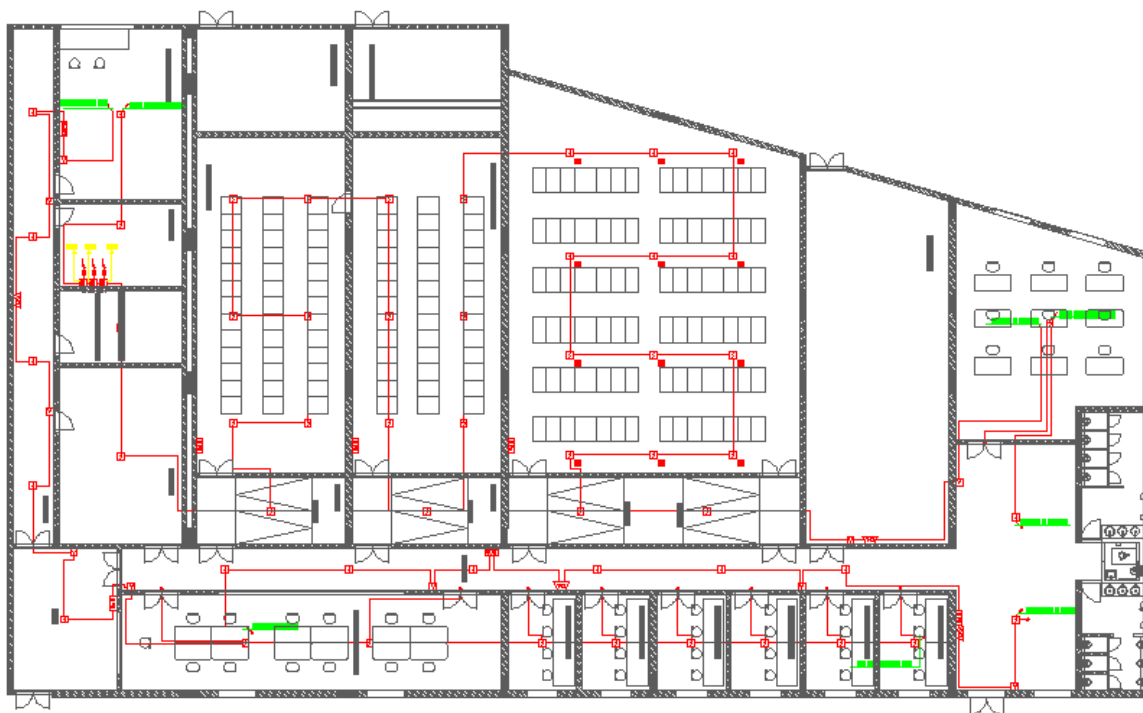


Figura 84. Extrato da planta do edifício com implementação dos equipamentos

No projeto de execução anexo ao presente trabalho, encontram-se as peças desenhadas realizadas, nas quais é possível aceder aos desenhos completos de implementação da solução de deteção automática contra incêndio na instalação

Nas salas de baterias e retificadores, estamos perante locais classificados como potencialmente explosivo (ATEX), por serem locais que contêm uma grande carga de incêndio e possuem equipamentos que podem produzir gases e uma grande quantidade de calor quando entram em combustão, sendo necessário que os elementos aí colocados sejam elementos ATEX.

Assim, como é possível observar na Figura 85, foi prevista a instalação de duas linhas coletivas, uma para detetores automáticos e outra para botões manuais de alarme. Para o efeito foi utilizado um interface de zona, colocado no *loop*, e colocação de uma barreira de *zener* para cada linha de elementos.

Os elementos instalados na zona coletiva foram botões manuais de alarme e detetores óticos para zonas ATEX. Tratando-se de uma linha coletiva, para permitir a monitorização do estado da linha é colocado um elemento de fim de linha no último elemento.

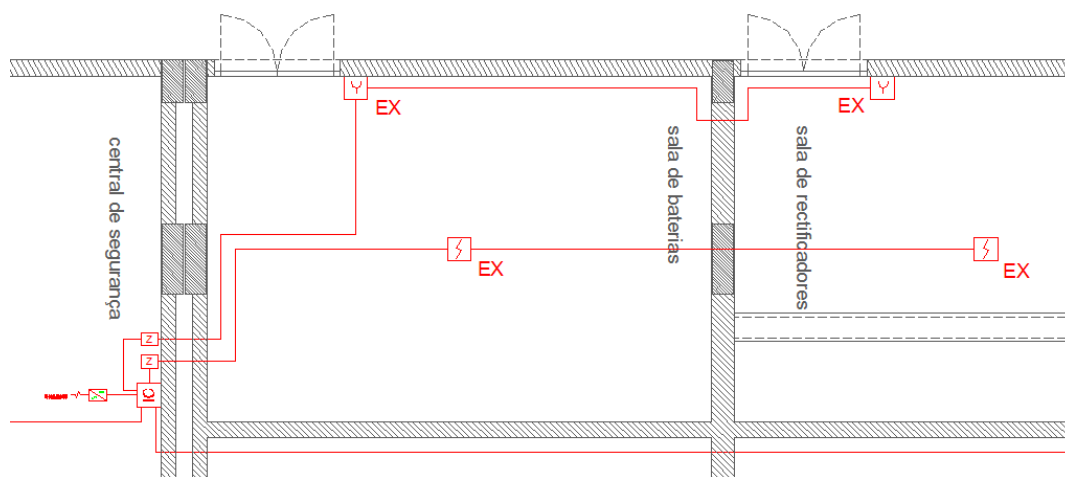


Figura 85. Deteção em zonas ATEX

Relativamente às áreas E1, E2 e E3, mais críticas para este edifício, foram utilizados diferentes modos de deteção de incêndio.

Na zona E3, a foi prevista uma deteção de fumo por aspiração instalada sobre o teto falso, devido à configuração da sala e à necessidade de uma rápida deteção. Trata-se de uma solução com custos iniciais e de exploração mais elevados, mas que dada a importância dos

equipamentos e dos serviços assegurados pelos mesmos, se justifica, porque permitirá uma detecção mais eficaz e com a capacidade de reduzir o tempo de detecção face aos sistemas tradicionais com detetores de fumo.

A Figura 86 mostra um extrato de um desenho do sistema de aspiração instalado.



Figura 86. Sistema de detecção por aspiração instalado

Analisando o projeto da instalação em anexo ao presente relatório e a Figura 87, é possível observar a existência dos chamados “corredores de ar quente”, estas zonas servem para a ventilação dos equipamentos. Em que o ar fresco é insuflado pelo chão falso, e nestes “corredores de ar quente” o ar quente é extraído pelo teto falso para o exterior.

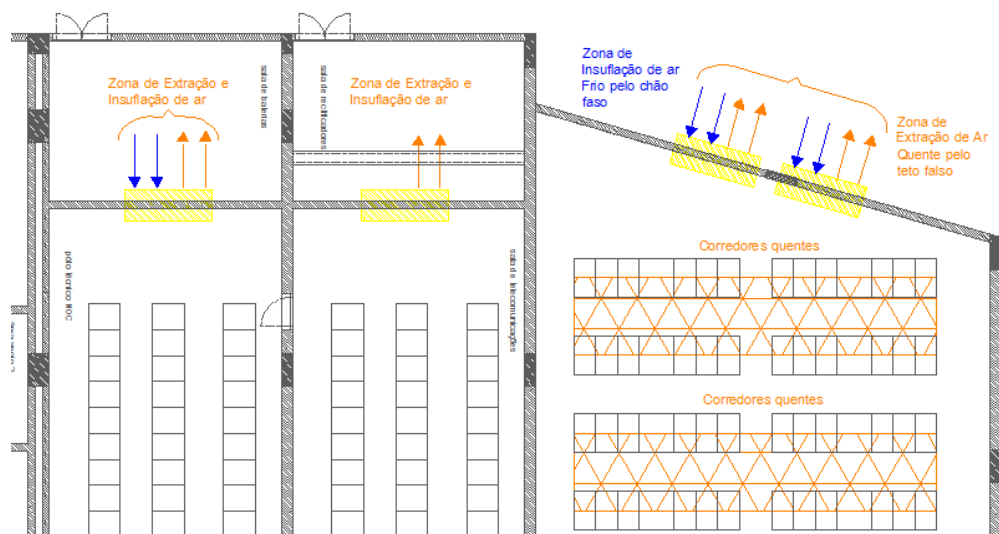


Figura 87. Ventilação

Sendo o ar quente extraído pelo teto falso, existe a necessidade de efetuar uma detecção de incêndio nesse local. A referida detecção foi realizada através da instalação de detetores de fumo por aspiração sobre o teto falso e ainda na grelha de extração de ar, garantindo que qualquer partícula de fumo proveniente da ventilação do sistema seja detetada muito rapidamente.

Ainda na área E3, existe uma detecção de incêndio composta por detetores óticos de fumo, ao nível do teto falso e no chão falso existente. Os detetores devem ser adequados para zonas bastante ventiladas e imunes fenómenos como poeiras, altas temperaturas e interferências eletromagnéticas, sendo por isso considerados mais fiáveis para este tipo de aplicação.

A Figura 88 e Figura 89 mostram um extrato de um desenho com a colocação dos detetores de teto e chão falso respetivamente.

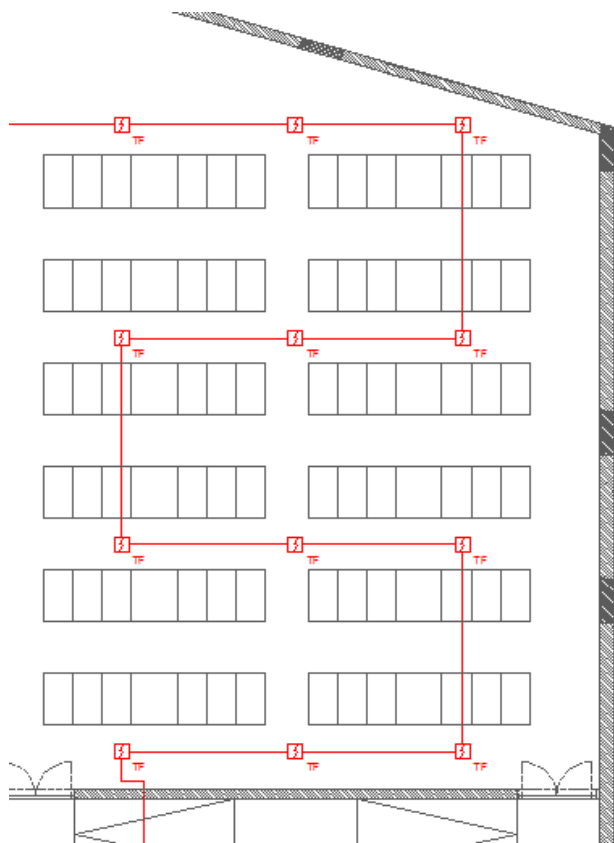


Figura 88. Aplicação dos detetores no teto falso

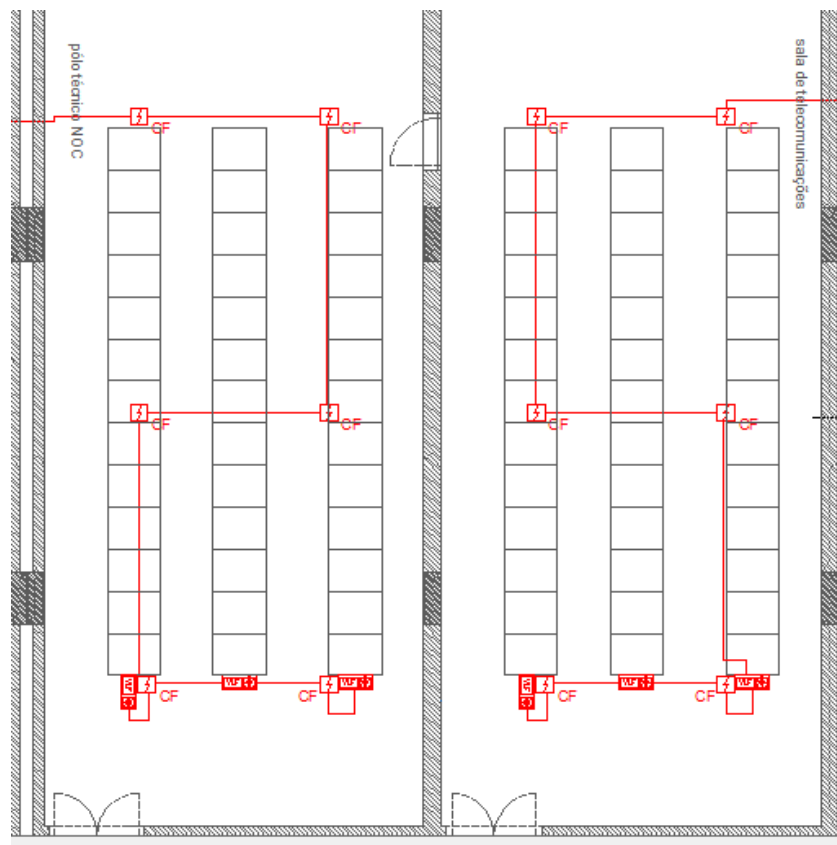


Figura 89. Aplicação dos detectores em chão falso

Em E1 e E2 a detecção no chão falso será efetuada da mesma forma, nestas áreas a necessidade de ventilação não será tão grande e como também não existe teto falso, a detecção no teto real será efetuada por detectores óticos de fumo, os mesmos utilizados em E3.

Para antecipar a detecção de um incêndio, para que a extinção do mesmo possa ser o mais rápida e eficiente possível, minimizando a perdas de equipamentos e serviços, foi prevista uma detecção específica nos bastidores, realizada através de sistemas de aspiração, dotados de detectores de fumos. A Figura 90 mostra a aplicação do mencionado.

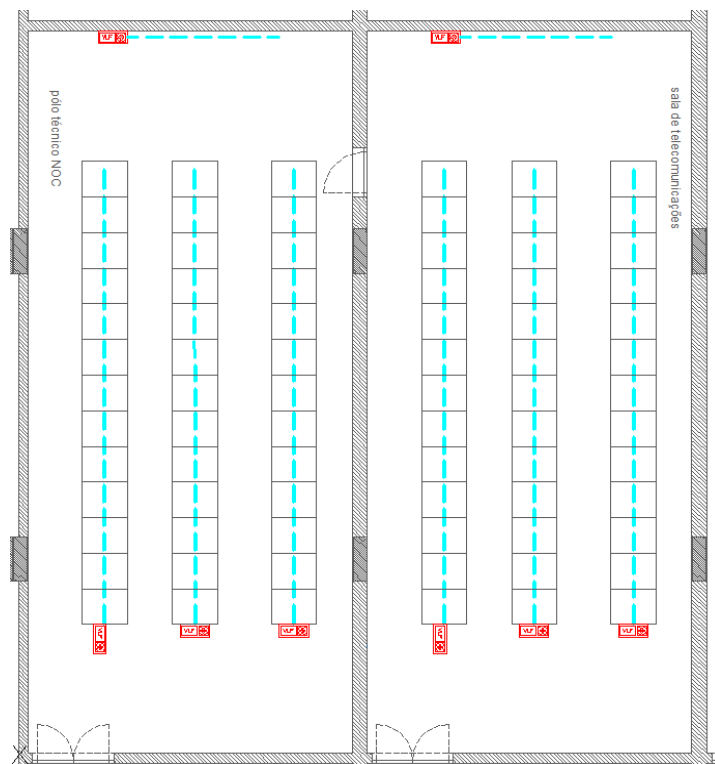


Figura 90. Detecção por aspiração nos bastidores do *Data Center*

Estes detetores terão um tubo de aspiração, e permitirão saber da existência de qualquer princípio de incêndio nos bastidores ou no ar quente que será extraído da sala. A escolha recaiu sobre dois modelos diferentes, devido à necessidade de mais ou menos tubo de aspiração. De salientar que todos os elementos pertencentes a estas áreas serão endereçáveis e ligados no *loop* da CDI.

A Figura 91 mostra um diagrama simplificado da solução implementada na instalação.



Figura 91. Diagrama simplificado da solução implementada na instalação

11.3.1. DETEÇÃO NAS ÁREAS DE EXTINÇÃO

Nas áreas E1, E2 e E3, como já foi mencionado, irá ser instalado um SAEI e para este efeito existe a necessidade de cada uma das áreas possuir uma Central de Extinção, Figura 44.

A arquitetura e o princípio de funcionamento de um sistema de extinção automática de incêndios, já foi descrito no Capítulo 6, mas as soluções tecnológicas especificadas neste estudo de caso terão algumas particularidades. A necessidade de validação de alarme por parte de dois elementos continua a existir, mas com uma diferença de que nenhum detetor automático será ligado à Central de Extinção. Ou seja, todos os detetores automáticos serão inseridos no *loop* da CDI em conjunto com as três Centrais de Extinção necessárias. A ligação das centrais de extinção é efetuada com recurso a um módulo interface, por central, com quatro inputs e outputs.

A Figura 92 mostra o diagrama da deteção para as zonas de extinção.

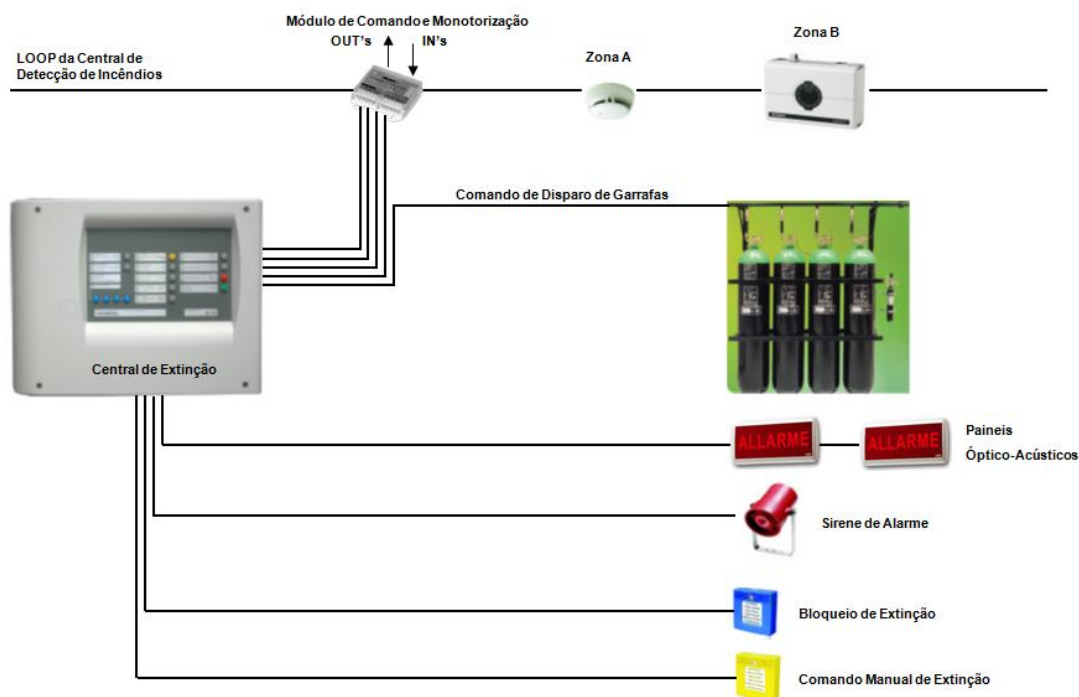


Figura 92. Diagrama tipo de deteção para processo de extinção – sistema endereçável

Com esta solução tecnológica, todos os elementos de deteção serão endereçáveis, exceto os botões manuais de paragem/ativação do processo de extinção, que serão coletivos.

Com recurso a programação na CDI, será possível controlar todo o sistema através da mesma, sem necessidade de se deslocar para repor sistemas ou verificar avarias nos elementos ligados

nas centrais de extinção. Contudo, todas as ligações físicas para controlo de ventilações e comandos necessários para o processo de extinção, serão efetuadas na respetiva Central de Extinção.

11.3.2. LIGAÇÕES DE ELEMENTOS E MODO DE INSTALAÇÃO

Todas as ligações serão efetuadas com o cabo JE-H (ST) H E90 1x2x1.5 mm, com uma resistência ao fogo durante 90 minutos. Os elementos instalados no teto real, ou em paredes, serão instalados em tubo rígido, VD de 20 mm, afixados com abraçadeiras. Os restantes elementos, sejam estes em teto falso ou chão falso o cabo será instalado por esteiras devidamente preparadas para o efeito.

Os botões manuais de alarme serão todos instalados a 1,2 m de altura, cumprindo assim os requisitos e regulamentos nacionais.

11.3.3. ALIMENTAÇÃO

A alimentação normal será proveniente da rede, estando todo o sistema suportado na rede de socorro da instalação. A CDI também será equipada com duas baterias de 12 V com capacidade para alimentar todo o sistema durante 72 horas conforme requisito das Nota Técnica n.º12. Os equipamentos que utilizem uma alimentação diferente da rede, neste caso 24 V DC serão dotados da fonte de alimentação necessária.

11.4. SISTEMA AUTOMÁTICO DE EXTINÇÃO DE INCÊNDIO

O sistema automático de extinção de incêndio será implementado nas zonas: E1, E2 e E3. Nestas áreas estão os equipamentos mais importantes de toda a instalação e por isso é de extrema relevância a existência de um sistema capaz de extinguir um incêndio da forma mais rápida e eficaz possível, mas que ao mesmo tempo não danifique ou destrua os equipamentos existentes na sala durante o processo de extinção.

Assim, o agente gasoso escolhido foi o Azoto (N₂), ou IG100, por ser um gás limpo, fiável no processo de extinção e de fácil remoção da sala depois da sua libertação, que pode ser efetuada através da ventilação da instalação, por exemplo. Além destes aspetos, por ser um agente de extinção gasoso, aquando do processo de extinção, não danificará os equipamentos que não foram afetados pelo incêndio, característica fundamental para a sua escolha.

O sistema de extinção será de multi-zona, cada área possuirá um central de extinção própria e apenas a válvula de seleção correspondente será ativada quando for necessário. O chão falso e teto falso apesar de serem dimensionados de forma separada, fazem parte da mesma bateria de cilindros. Isto deve-se ao facto de que por indicação da NT n.º17 os sistemas de extinção por gases inertes só são aplicáveis em inundação total.

A escolha recaiu sobre o *Sinorix N₂ Constant Discharge Technology*, um sistema que armazena o gás nos cilindros a pressões de 200 bar ou 300 bar e permite que a descarga seja efetuada a pressão constante de 60 bar.

11.4.1. QUANTIDADE DE AGENTE GASOSO NECESSÁRIO

Com a ajuda da Equação 2, Equação 4 e Equação 5 indicada no Capítulo 8 do presente trabalho, foi possível calcular o volume de gás a necessário (X) e a quantidade de gás necessária (M_x) para cada zona a proteger. Para o cálculo foram consideradas a temperatura da sala a 20 °C, a concentração (C) de Azoto no fim do processo de extinção será de 40,5 %, valor recomendado pela *National Fire Protection Association* (NFPA) 2001 para fogos em salas IT e *Data Centers* e o volume específico de Azoto para a temperatura indicada e concentração desejada será de 0,5192 IG100/m³ de acordo com a tabela A-3-5.2 (d) da NFPA 2001. A Tabela 21, mostra os resultados para todas as áreas considerada

Tabela 21. Quantidade de Agente Gasoso

		Área (m ²)	h (m)	V (m ³)	M (kg)
E1	Sala	116,7	4	466,8	282,4
	Chão Falso	116,7	1	116,7	70,6
E2	Sala	116,7	4	466,8	282,4
	Chão Falso	116,7	1	116,7	70,6
E3	Sala	242,5	3	727,5	440
	Chão Falso	242,5	0,8	194,0	117,3
	Teto Falso	242,5	1,2	291,0	176,1

11.4.2. CÁLCULO DO NÚMERO DE CILINDROS

Para o cálculo de número de cilindros a utilizar foi utilizada a Equação 6, indicada no Capítulo 8 do presente trabalho. Para isso foram escolhidos cilindros de 80 litros a 300 bar que armazenam individualmente 24,8 kg de gás.

A Tabela 22 mostra a quantidade de cilindros necessária.

Tabela 22. Número de Cilindros

		Número de Cilindros (Aproximado)	Número de Cilindros (Exato)
E1	Sala	11,4	12
	Chão Falso	2,8	3
E2	Sala	11,4	12
	Chão Falso	2,8	3
E3	Sala	17,7	18
	Chão Falso	4,7	5
	Teto Falso	7,1	8
Número Total			<u>61</u>

Os compartimentos E1 e E2 estão protegidos por um sistema composto por 2 baterias de 15 cilindros cada, de 80 l de IG-100 a 300 bar localizadas na zona de apoio, juntamente com a central de extinção respetiva. O IG-100 é distribuído para cada compartimento através da respetiva válvula direcional existente em cada bateria de cilindros. O compartimento E2 é protegido por uma bateria de 31 cilindros de 80 l de IG-100 a 300 bar, localizadas na mesma zona de apoio, o gás é distribuído para o compartimento através da respetiva válvula direcional.

11.4.3. QUANTIDADE E POSICIONAMENTO DOS DIFUSORES

De acordo com a Equação 7, indicada no Capítulo 8 do presente trabalho, o número de difusores necessários encontram-se indicados Tabela 23.

Tabela 23. Quantidade de Difusores necessários para compartimento

		Número de Difusores (Aproximado)	Número de Difusores (Exato)
E1	Sala	4,1	5
	Chão Falso	4,1	5
E2	Sala	4,1	5
	Chão Falso	4,1	5
E3	Sala	6,3	7
	Chão Falso	6,7	7
	Teto Falso	5,1	6

Para difusor foi escolhido o *silent nozzle*, Figura 54, por ser adequado a este tipo de instalações, como já foi referido anteriormente. Assim sendo, para os compartimentos E1 e E2 a escolha recai para um difusor de $\frac{3}{4}$ " e um caudal de descarga de 70,0 kg/min para as salas e para o chão falso um de $\frac{3}{8}$ " que possui um caudal de descarga de 17,5 kg/min, estes difusores possuem uma área de cobertura de 50 m². Para o compartimento E3, o procedimento foi idêntico, com a escolha do difusor de $\frac{3}{4}$ ", para o chão falso o difusor de $\frac{3}{8}$ " e para o teto real difusores de $\frac{1}{2}$ " com um caudal máximo de descarga de 35,0.

De acordo com o mencionado no capítulo 8, ponto 8.2.3, deve de existir uma distribuição homogênea dos difusores e garantir que não exista um espaçamento superior a 6 m entre difusores e que a distância máxima a paredes seja de 3 m.

Para serem garantidos estes aspetos existiu a necessidade de recolocação de difusores, como pode ser observado no projeto em anexo. A Tabela 24 mostra a quantidade e dimensão final dos difusores utilizados.

Tabela 24. Número de difusores utilizados por compartimento

		Número de Difusores	Dimensão do Difusor (polegadas)	Caudal de gás por difusor (kg/min)	Caudal máximo de descarga (kg/min)	Confirmação
E1	Sala	5	¾"	56,5	70,0	Ok
	Chão Falso	5	3/8"	14,2	17,5	Ok
E2	Sala	5	¾"	56,5	70,0	Ok
	Chão Falso	5	3/8"	14,2	17,5	Ok
E3	Sala	11	¾"	40	35,0	Ok
	Chão Falso	10	3/8"	11,7	17,5	Ok
	Teto Real	10	½"	17,6	35,0	Ok

11.4.4. DIMENSIONAMENTO DA TUBAGEM

A tubagem será de aço galvanizado e é dimensionada de acordo com a Tabela 14, indicada no Capítulo 8 do presente trabalho. A tubagem respeitará a Diretiva Comunitária 97/23/EC relativa à pressão nos equipamentos e funcionará a uma pressão máxima de 60 bar. A distribuição da tubagem e respetiva indicação da sua seção está representada no projeto em anexo.

11.4.5. ESPAÇAMENTO ENTRE FIXAÇÕES

Toda a tubagem de distribuição estará convenientemente apoiada e devidamente suportada em todas as mudanças de direção e em todos os difusores, devendo cumprir com os seguintes requisitos de espaçamento máximo entre suportes, Tabela 25.

Tabela 25. Espaçamento entre suportes

Diâmetro da tubagem (mm)	Diâmetro da tubagem (polegadas)	Distância máxima entre suportes (m)
10	3/8	1,0
15	½	1,5
20	¾	1,8
25	1	2,1
32	1 ¼	2,4
40	1 ½	2,7
50	2	3,4

11.4.6. ABERTURAS DE SOBREPRESSÃO

As aberturas de sobrepressão foram dimensionadas de acordo com as indicações fabricante do sistema de extinção, para isso foi utilizada uma folha de *Excel* disponibilizada pelo fabricante.

Para o efeito considerou-se que a pressão máxima a que os compartimentos poderiam estar sujeitos é de 5 mbar.

As dimensões são indicadas na Tabela 26.

Tabela 26. Dimensões das aberturas de sobrepressão

	Área mínima necessária (m ²)	Área total da abertura de sobrepressão (m ²)
E1	0,30	0,32
E2	0,30	0,32
E3	0,61	0,63

As grelhas serão ativadas quando o gás for libertado, ou seja, o sistema irá ser ativado manualmente, a 3 mbar, pela pressão exercida no compartimento. De realçar que pelo facto de os compartimentos E1 e E2 estarem adjacentes a outros compartimentos do edifício, é necessário um ducto que encaminha a mistura de gás em excesso para o exterior. A colocação das aberturas de sobrepressão está representada no projeto em anexo ao presente relatório.

11.5. COMPARAÇÃO DE RESULTADOS

Nesta seção pretende-se efetuar o cálculo automático do sistema de extinção por gases inertes com recurso à aplicação informática desenvolvida no Capítulo 9.

Para os compartimentos E1 e E2, as Figura 93 e Figura 94, mostram os resultados obtidos.

The screenshot shows the 'Cálculo da Quantidade de Azoto (N2)' software interface. The window title is 'Cálculo da Quantidade de Azoto (N2)'. The interface is divided into several sections:

- Volume a Proteger:** Área: 116,7 m²; Altura: 1 m; Volume: 116,70 m³.
- Cálculo da Quantidade de N2:** Temperatura: 20 °C; Concentração: 40,5 %; Vol. de N2: 0,52 l/g100m³; Massa de N2: 70,70 kg; Vol. Específico: 0,86 m³/kg.
- N.º de Difusores:** 3/8" (Número mínimo: 5).
- Abertura de Sobrepressão:** Tempo de Descarga: 60 s; Área: 0,06 m²; Pressão máxima: 5 mbar.
- N.º de Cilindros:** 300 bar, 200 bar; 80 Litros (selected), 60 Litros; 3.

At the bottom right, there is a 'Calcular' button and a small image labeled 'N2 - CDT' showing a fire extinguisher. The footer text reads: 'Ferramenta automática de cálculo de acordo com a NFPA 2001'.

Figura 93. Cálculo automático – Compartimentos E1 e E2 (chão falso)

The screenshot shows the 'Cálculo da Quantidade de Azoto (N2)' software interface. The window title is 'Cálculo da Quantidade de Azoto (N2)'. The interface is divided into several sections:

- Volume a Proteger:** Área: 116,7 m²; Altura: 4 m; Volume: 466,80 m³.
- Cálculo da Quantidade de N2:** Temperatura: 20 °C; Concentração: 40,5 %; Vol. de N2: 0,52 l/g100m³; Massa de N2: 282,81 kg; Vol. Específico: 0,86 m³/kg.
- N.º de Difusores:** 3/4" (Número mínimo: 5).
- Abertura de Sobrepressão:** Tempo de Descarga: 60 s; Área: 0,23 m²; Pressão máxima: 5 mbar.
- N.º de Cilindros:** 300 bar, 200 bar; 80 Litros (selected), 60 Litros; 12.

At the bottom right, there is a 'Calcular' button and a small image labeled 'N2 - CDT' showing a fire extinguisher. The footer text reads: 'Ferramenta automática de cálculo de acordo com a NFPA 2001'.

Figura 94. Cálculo automático – Compartimentos E1 e E2 (sala)

Relativamente ao compartimento E3, seguem-se os resultados obtidos pela ferramenta desenvolvida, Figura 95, Figura 96 e Figura 97.

Cálculo da Quantidade de Azoto (N2)

Volume a Proteger Área: 242,5 m ² Altura: 3 m Volume: 727,50 m ³	Cálculo da Quantidade de N2 Temperatura: 20 °C Concentração: 40,5 % Vol. de N2: 0,52 IG100/m ³ Massa de N2: 440,75 Kg Vol. Específico: 0,86 m ³ /kg	N.º de Cilindros 300 bar: 80 Litros 200 bar: 80 Litros 60 Litros: 60 Litros 18
N.º de Difusores 1" (Número mínimo) 3/4" 7 1/2" 3/8"	Abertura de Sobrepressão Tempo de Descarga: 60 s Área: 0,36 m ² Pressão máxima: 5 mbar	N2 - CDT  Calcular

Ferramenta automática de cálculo de acordo com a NFPA 2001

Figura 95. Cálculo automático – Compartimento E3 (sala)

Cálculo da Quantidade de Azoto (N2)

Volume a Proteger Área: 242,5 m ² Altura: 0,8 m Volume: 194,00 m ³	Cálculo da Quantidade de N2 Temperatura: 20 °C Concentração: 40,5 % Vol. de N2: 0,52 IG100/m ³ Massa de N2: 117,53 Kg Vol. Específico: 0,86 m ³ /kg	N.º de Cilindros 300 bar: 80 Litros 200 bar: 80 Litros 60 Litros: 60 Litros 5
N.º de Difusores 1" (Número mínimo) 3/4" 7 1/2" 3/8"	Abertura de Sobrepressão Tempo de Descarga: 60 s Área: 0,10 m ² Pressão máxima: 5 mbar	N2 - CDT  Calcular

Ferramenta automática de cálculo de acordo com a NFPA 2001

Figura 96. Cálculo automático – Compartimento E3 (chão falso)

Cálculo da Quantidade de Azoto (N2)

Volume a Proteger Área: 242,5 m ² Altura: 1,2 m Volume: 291,00 m ³	Cálculo da Quantidade de N2 Temperatura: 20 °C Concentração: 40,5 % Vol. de N2: 0,52 IG100/m ³ Massa de N2: 176,30 Kg Vol. Específico: 0,86 m ³ /kg	N.º de Cilindros 300 bar: 80 Litros 200 bar: 80 Litros 60 Litros: 60 Litros 8
N.º de Difusores 1" (Número mínimo) 3/4" 6 1/2" 3/8"	Abertura de Sobrepressão Tempo de Descarga: 60 s Área: 0,14 m ² Pressão máxima: 5 mbar	N2 - CDT  Calcular

Ferramenta automática de cálculo de acordo com a NFPA 2001

Figura 97. Cálculo automático – Compartimento E3 (teto falso)

É possível observar que com recurso a esta ferramenta, o cálculo efetuado seria muito mais rápido com os valores obtidos a serem em tudo semelhantes aos cálculos efetuados analiticamente.

De realçar que as aberturas de sobrepressão estão dimensionadas para todo o volume a proteger, ou seja, para o pé-direito existente (5 m) nos compartimentos e respetiva área, por esse motivo é que se observa valores tão discrepantes nas figuras anteriormente apresentadas.

Como exemplo do referido, temos a Figura 98, em que mostra que para a proteção de todo o compartimento os valores obtidos pela ferramenta e feitos analiticamente são semelhantes, e por isso mais uma vez é comprovada a simplicidade e facilidade de cálculo da ferramenta desenvolvida.

A Figura 98, mostra o exemplo de cálculo efetuado para o compartimento E1.

Volume a Proteger	
Área	116,7 m ²
Altura	5 m
Volume	583,50 m ³

Cálculo da Quantidade de N2	
Temperatura	20 °C
Concentração	40,5 %
Vol. de N2	0,52 IG100/m ³
Vol. Específico	0,86 m ³ /kg
Massa de N2	353,51 Kg

N.º de Cilindros	
300 bar	200 bar
<input type="radio"/> 80 Litros	<input type="radio"/> 80 Litros
<input type="radio"/> 60 Litros	<input type="radio"/> 60 Litros

N.º de Difusores	
<input type="radio"/> 1"	
<input type="radio"/> 3/4" (Número mínimo)	
<input type="radio"/> 1/2"	
<input type="radio"/> 3/8"	

Abertura de Sobrepressão	
Tempo de Descarga	60 s
Pressão máxima	5 mbar
Área	0,29 m ²

N2 - CDT

Calcular

Ferramenta autorizada de cálculo de acordo com a NFPA 2001

Figura 98. Exemplo de cálculo de área de ventilação de sobrepressão do compartimento E1

11.5.1. ATIVAÇÃO DO SISTEMA

Como já foi mencionado neste capítulo, a deteção nos compartimentos de extinção irá ser efetuada por detetores de fumo endereçáveis. Os únicos elementos coletivos serão os botões manuais de paragem/ativação de extinção.

Com este tipo de solução, o sistema será visto como um todo pela CDI e permitirá que todos os comandos sejam efetuados a partir desta ou dos painéis repetidores e de controlo instalados nas áreas E1, E2 e E3. Com a instalação destes painéis irá ser possível efetuar reposições/ativações do sistema, ganhando mais versatilidade e robustez na utilização do sistema. Como foi mencionado anteriormente a sirene de alarme também deverá ser

programada para possuir dois sinais sonoros diferentes, o de pré-alarme e do de alarme. Os painéis ótico-acústicos serão instalados nos acessos dos compartimentos como mostram as peças desenhadas em anexo ao presente relatório.

Os contatos magnéticos instalados nas portas de acesso a estas áreas não foram contabilizados visto que por indicação da NT n.17, a existência destes dispositivos não deve ser utilizada como inibidor do processo de ativação da extinção. Sendo por isso dispensável o uso destes dispositivos já que a sua utilização iria ser para monitorização, contudo é recomendada a utilização de portas corta-fogo com mola, para garantir que estas se encontram sempre fechadas e assim caso exista a necessidade de extinção o seu efeito não seja prejudicado. Cada compartimento deve estar convenientemente selado, incluído passagens de cabos e aberturas entre compartimentos, para assegurar que o agente extintor é retido sem eventuais fugas durante pelo menos 10 minutos.

11.5.2. CONTROLO DO PROCESSO DE EXTINÇÃO

Por ser um sistema de multi-zona, existe a necessidade de ser enviado um sinal de ativação para os cilindros que libertarão o agente e para a válvula seletora que será responsável pela correta libertação e encaminhamento do gás pela tubagem correspondente.

A Figura 99 mostra um extrato da planta do traçado da tubagem de extinção, juntamente com a colocação dos difusores. O traçado a vermelho refere-se à tubagem instalada no teto real e a azul instalada no chão falso.

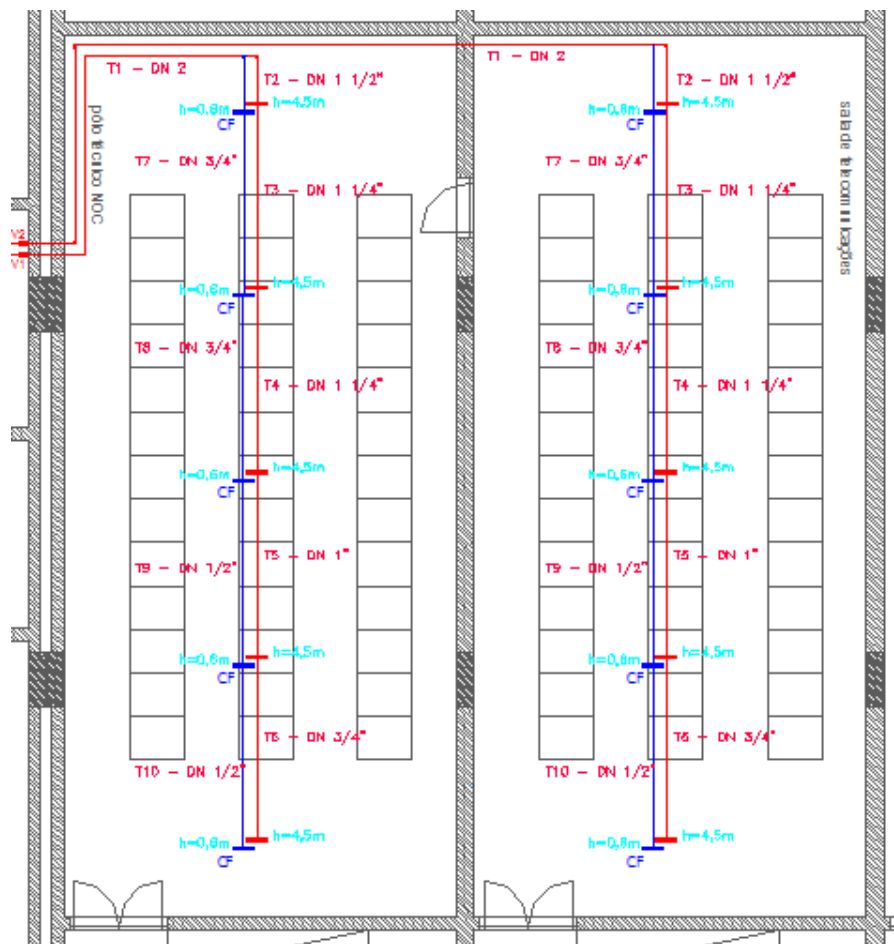
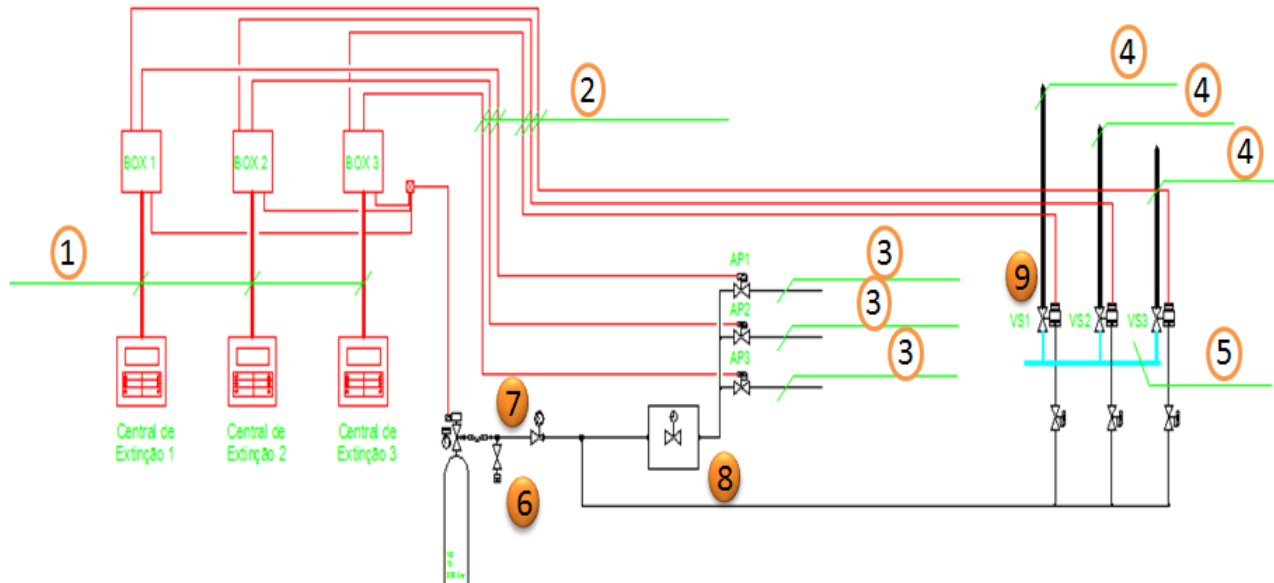


Figura 99. Distribuição da tubagem de extinção

Neste sistema existirão dois tipos de ativação, elétrica e pneumática. Os desenhos do projeto em anexo mostram o diagrama de funcionamento do sistema de controlo de extinção e da libertação do gás. Existe também um mecanismo de atraso, de 60 segundos, que retardará a descarga de gás de modo a que os ocupantes se retirem da zona afetada em segurança.

A Figura 100 mostra o diagrama de controlo de extinção, em que é possível observar o controlo elétrico e pneumático necessário.



Legenda:

- 1 – Cabo - 6x2x0,8 Ø JE - H(st)H E90;
- 2 – Cabo - 1x2x0,8 Ø JE - H(st)H E90;
- 3 – Ativação pneumática para bateria de cilindros;
- 4 – Tubagem de Extinção;
- 5 – Coletor de descarga;
- 6 – Válvula de teste;

- 7 – Válvula de redução de pressão (200/10 bar);
- 8 – Mecanismo de atraso de liberação de gás;
- 9 – Válvula seletora.

Figura 100. Diagrama de controle de extinção

A ativação pneumática será efetuada pelo cilindro piloto de 10 litros, este contém pressurizado azoto a 200 bar. Este cilindro será ativado eletricamente através das centrais de extinção, o cilindro piloto é responsável pela ordem de acionamento da bateria de cilindros correspondente como também da válvula seletora. Todo o controlo da extinção realizado pneumaticamente irá ser efetuado a uma pressão de 10 bar.

O controlo elétrico do sistema é oriundo das centrais de extinção e da “BOX” correspondente, estes sinais tem como objetivo dar o sinal de ativação ao cilindro piloto, às válvulas seletoras e a ativação da bateria de cilindros correspondente.

11.5.3. COMANDOS

Os comandos podem ser manuais ou automáticos e são todos dados pela central de extinção.

- Botão de libertação manual para ativação do processo de extinção;
- Botão de paragem de emergência, para interromper temporariamente o processo de extinção ou para cancelar o processo de extinção já iniciado, enquanto o tempo de pré-alarme estiver ativo;
- Transmissão remota para alarmes e avarias;
- Desativação do sistema de ventilação;
- Elementos para ativação das válvulas e consequente início do processo de extinção.

12. CONCLUSÕES

Um incêndio pode ocorrer muito facilmente, através de uma pequena distração, um curto-circuito num quadro elétrico ou num equipamento eletrónico. Os incêndios podem tomar grandes proporções se não forem detetados e extintos rapidamente. Por isso a temática da proteção contra incêndios em edifícios tem bastante importância. Neste campo, o correto dimensionamento de um Sistema Automático de Detecção de Incêndio (SADI) e de extinção representam um papel fundamental na proteção de bens materiais e vidas humanas.

Foi realizado um estudo sobre o estado da arte da deteção e extinção automática de incêndios, no qual foi apresentada de uma forma muito exaustiva e completa, o enquadramento regulamentar e normativo aplicável, as soluções técnicas e tecnológicas existentes no mercado, assim como referidos os princípios principais de projeto destes sistemas, execução e exploração destes sistemas.

Dentro da proteção contra incêndios foi possível analisar os vários agentes extintores e as suas características próprias à supressão de incêndios. Com especial incidência nos Sistemas Automáticos de Extinção de Incêndio (SAEI) por gases inertes, já que o estudo de caso efetuado obrigava a uma análise mais profunda deste sistema pelo tipo de edifício e risco associado presente.

Foi desenvolvido um *software* de apoio ao projeto de sistemas de extinção por gases inertes, mais propriamente por Azoto. Fundamentalmente visou o cálculo automático dos principais componentes de um sistema deste tipo. O cálculo é efetuado tendo por base a norma *National Fire Protection Association* (NFPA) 2001. Este *software* teve como objetivo ser uma ferramenta útil, de fácil e intuitiva operação para o apoio ao dimensionamento de um sistema de extinção por gases inertes.

A realização de um estudo sobre o estado da arte da deteção e extinção em *Data Centers* foi efetuado, de forma a compreender que tipo de necessidades e sistemas de deteção e extinção são utilizados nestas instalações. Os principais sistemas adotados são os sistemas extinção de incêndio por agentes gasosos e os detetores automáticos de fumo por aspiração, ambos sistemas com um elevado custo de aquisição e instalação, mas que pela sua fiabilidade e rapidez no processo de deteção são inteiramente justificados. A rapidez destes sistemas vai de encontro à necessidade destas instalações, que em caso de incêndio, proporcionam tempos de paragens de serviços relativamente pequenas, o que origina menos prejuízos. Estes sistemas também carecem de cuidados de exploração e manutenção bastante rigorosos, já que a eficácia destes depende em muito do seu bom estado de funcionamento.

Um dos grandes objetivos deste trabalho passava pela realização de um estudo de caso de projeto de *Data Center*, em que foi efetuada a caracterização do edifício segundo a regulamentação nacional, ou seja, de acordo com o Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (RJ-SCIE) e pelo Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (RT-SCIE). Sendo possível analisar que existem lacunas nesta nova legislação, mais propriamente na classificação das Utilizações-Tipo. Para o estudo de caso existia a necessidade de classificar alguns locais de forma diferente, no caso das salas de telecomunicações e armazenamento de dados, algo que não está contemplado em legislação e que pelo que representam os *Data Centers*, no presente e futuro, seria importante e interessante que a legislação nacional incluísse este tipo de instalações nos seus documentos.

Observou-se que o tipo de instalação requer cuidados especiais no dimensionamento de um SADI e SAEI. O dimensionamento do SADI é bastante mais complexo e cobre mais áreas do que o habitual. A necessidade de elementos de deteção em vários níveis do edifício torna o sistema mais caro e complexo, mas ao mesmo tempo mais fiável e mais rápido na deteção. Foi utilizada uma combinação de deteção ótica de fumo e por aspiração, sendo que o destaque vai para os detetores de fumo por aspiração instalados nas zonas mais sensíveis dos

compartimentos. São equipamentos caros e a sua implementação necessita de alguns cuidados, mas inteiramente justificada pela elevada importância de uma célere detecção de incêndio nestas instalações. Ainda foi possível uma comparação de resultados entre o processo analítico e a ferramenta automática de cálculo, tendo sido verificada e validada a sua aplicação no processo de cálculo de sistemas de extinção por azoto.

Relativamente ao SAEI, existia a necessidade de dimensionar um sistema que fosse de intervenção rápida, segura e que possibilitasse paragens de serviços relativamente pequenas sem danificar os equipamentos existentes. Por esse motivo os sistemas fixos baseados em água, pó-químico e espuma são excluídos. A escolha recaiu por um sistema de extinção por gases inertes, seguidamente são apresentadas as suas desvantagens:

- Sistemas caros;
- Cilindros de difícil manuseamento e pesados;
- Necessidade de uma maior área para colocação das baterias de cilindros, comparativamente com os gases químicos;
- Humidade nas tubagens após descarga, por efeito de condensação;
- Armazenado a grandes pressões.

Por outro lado, as vantagens destes gases são as seguintes:

- Eficiência de extinção;
- Ausência de danos nos equipamentos;
- Compatibilidade com a presença humana;
- Fácil remoção do gás da sala protegida;
- Capacidade de aceder a fogos ocultos;
- Não deixa resíduos.

Contudo, o interesse pela proteção contra incêndio em locais que contêm material combustível de elevado valor veio despertar o interesse da comunidade científica ligada ao ramo, surgindo assim novos produtos e novas aplicações práticas, sobretudo desde que os *halons* foram colocados de parte com a entrada em vigor do Protocolo de Montreal. Os sistemas foram evoluindo, assim como as preocupações relativas ao ambiente.

Seguindo um raciocínio de longo prazo, prevê-se que o futuro dos sistemas fixos de extinção de incêndio por agentes gasosos passará pelos gases inertes. Os gases inertes passarão incólumes a qualquer protocolo internacional relacionado com o ambiente. Contudo, estes

têm o defeito de ocupar muito espaço físico para armazenamento de gás, quando comparados com os gases químicos. Mas com o avanço da tecnologia e dos sistemas de extinção, permitem que a sua aplicação seja mais fácil, por exemplo, as válvulas redutoras de pressão permitem que o gás seja libertado a uma pressão muito inferior à qual é armazenado, isto leva a uma significativa redução do diâmetro das tubagens. Outra grande vantagem passa pelo recarregamento dos cilindros, que no caso dos gases inertes é muito mais barato do que os gases químicos.

Por isso, no SAEI dimensionado utiliza o azoto (IG-100) como agente extintor. Que apesar de estar dimensionado de acordo com as características de um fabricante, o facto de utilizar um gás presente na atmosfera e sem patente desenvolvida por outros, significa que o carregamento dos cilindros não está associado à marca ou fabricante do mesmo, podendo ser uma vantagem no preço e rapidez de recarga.

Foi ainda possível observar com a realização deste trabalho que os sistemas dimensionados necessitam de ir ao encontro do tipo de equipamento e fabricante escolhido, principalmente o sistema de extinção, que como já foi mencionado neste trabalho, estes sistemas são dimensionados por ferramentas de cálculo automático desenvolvidas pelo fabricante ou entidades reconhecidas.

Em suma, é verificado que os objetivos propostos para este trabalho foram atingidos na íntegra e ainda que o dimensionamento de sistemas de proteção contra incêndios em edifícios é uma área da engenharia bastante complexa pois para além de todos os conhecimentos necessários para elaborar um projeto fiável, é necessário também acreditação específica por parte de entidades competentes nesta área, apoiadas por decretos regulamentares.

A realização deste trabalho foi muito importante na aprendizagem e aquisição de conhecimentos nas áreas tecnológicas e de projeto estudadas principalmente nos sistemas de extinção de incêndios, uma área que até à realização deste trabalho era quase desconhecida para mim, significando por isso o acréscimo do conhecimento em sistemas constituintes de SCIE. Possibilitou ainda complementar a área referente à deteção de incêndio que não é muito abordada na formação inicial.

Referências Documentais

- [1] *Relatório de Gestão 2013*, Siemens Portugal, 2005.
- [2] *100 Anos a Projetar o Futuro*, Siemens Portugal, Fevereiro de 2014.
- [3] TRINDADE, A., *Meios de Extinção de um Incêndio – Sistemas Automáticos por Água*, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2009.
- [4] NP EN 2 – *Classes de Fogo*, 1993.
- [5] GOMES, A., *Legislação de Segurança Contra Incêndio em Edifícios. Presente e Futuro*. Neutro à Terra. Instituto Superior de Engenharia do Porto. N.º2, Outubro de 2008. pp 8-17.
- [6] CIRCULAR N.º 12/2014 – *Normas aplicáveis a Equipamentos de Segurança*, Lisboa, Setembro de 2014.
- [7] TEIXEIRA, G., *Sistemas de Automação e Manutenção de Edifícios – Conceção dos Sistemas de deteção e Protecção Contra Incêndios de uma Unidade Industrial*, Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2013.
- [8] SILVA, R., *Dimensionamento de redes de Sprinklers*, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2012.
- [9] RESENDE, R., *Deteção e Alarme de Incêndio – Sistemas Actuais*, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2009.
- [10] Autoridade Nacional de Protecção Civil, *Relatório de Atividades*, 2010.
- [11] SILVA, D., *Sistemas Fixos de Extinção de Incêndios por Agentes Gasosos*, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2012.
- [12] CAMPO, A., *Enquadramento da Legislação de Segurança Contra Incêndios em Edifícios Existentes no Porto*, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2012
- [13] *Decreto – Lei n.º220/2008 – Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndios em Edifícios*, 12 de Novembro de 2008
- [14] *Nota Técnica n.º1 – Utilizações-Tipo de Edifícios e Recintos*, Autoridade Nacional de Protecção Civil, Dezembro de 2013

- [15] *Nota Técnica n.º5 – Locais de Risco*, Autoridade Nacional de Proteção Civil, Dezembro de 2013
- [16] *Nota Técnica n.º6 – Categorias de Risco*, Autoridade Nacional de Proteção Civil, Dezembro de 2013
- [17] *Portaria n.º1532/2008 – Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios*, 29 de Dezembro de 2008
- [18] *Nota Técnica n.º12 – Sistemas Automáticos de Detecção de Incêndio*, Autoridade Nacional de Proteção Civil, Dezembro de 2013
- [19] BUILDING TECHNOLOGIES, SIEMENS – *Fire Safety Guide*, Siemens Switzerland Ltd, (documento técnico)
- [20] *Nota Técnica n.º16 – Sistemas Automáticos de Extinção por Água*, Autoridade Nacional de Proteção Civil, Dezembro de 2013
- [21] *Nota Técnica n.º17 – Sistemas Automáticos de Extinção por Agentes Gasosos*, Autoridade Nacional de Proteção Civil, Dezembro de 2013
- [22] BUILDING TECHNOLOGIES, SIEMENS – *Sinorix Silent Extinguishing Technology: low-noise extinguishing solution for data centers*, Siemens Switzerland, Setembro de 2012.
- [23] Fike Corporation. Manual P/N: 06-294- *Fike Proinert Fire Extinguishing System*. Maio de 2004.
- [24] NFPA 2001 – *Clean Agent Fire Extinguishing Systems*, 2008
- [25] *Nota Técnica n.º9 – Sistemas de Proteção Passiva Selagem de Vãos, Aberturas para Passagem de Cablagem e Conduitas*, Autoridade Nacional de Proteção Civil, Dezembro de 2013
- [26] NFPA 75 – *Standard for the Protection of Electronic Computer/Data Processing Equipment*, 2009
- [27] Robin, M., *Fire Protection for IT and Telecommunications Facilities*, Blatimore, Março de 2011
- [28] Guidance on the pressure relief and post discharge venting of enclosures protected by gaseous fire fighting systems, Fire Industry Association, Fevereiro de 2012

Webgrafia

- [29] <http://www.siemens.com/history/en/history/>. Último acesso em Abril de 2014.
- [30] <http://www.ipq.pt/custompage.aspx?modid=0&pagid=1250&TPA=C&ncert=101874>. Último acesso em Junho de 2014.
- [31] <http://www.proteccaocivil.pt/SegurancaContraIncendios/Pages/IncendioemEdificio.aspx>. Último acesso em Março de 2014.
- [32] https://hit.sbt.siemens.com/HIT/fs_global.aspx?RC=HQEU&lang=en&ACTION=ShowGroup&KEY=OPC_369599&MODULE=Catalog. Último acesso em Julho de 2014.
- [33] <http://www.insuranceeurope.eu/about-us>. Último acesso em Setembro de 2014.
- [34] <http://www.nfpa.org/about-nfpa>. Último acesso em Agosto de 2014.
- [35] <http://www.buildingtechnologies.siemens.com/bt/global/en/firesafety/extinguishing/Pages/extinguishing.aspx>. Último acesso em Maio de 2014.
- [36] <http://www.firetrace.com/systems/direct-release-systems/>. Último acesso em Maio de 2014.
- [37] <http://www.datacenterknowledge.com/special-report-the-worlds-largest-data-centers/largest-data-centers-io-data-centers-microsoft/>. Último acesso Agosto de 2014.
- [38] <http://www.google.com/about/datacenters/>. Último acesso em Agosto de 2014.
- [39] <http://www.rotarex.com/products/b0480-1>. Último acesso em Setembro de 2014.
- [40] <http://xtralis.com/p.cfm?s=30&p=511>. Último acesso em Outubro de 2014.
- [41] <http://www.dlink.com/pt/pt/business-solutions>. Último acesso em Setembro de 2014.
- [42] <https://cloud.ptempresas.pt/Pages/Datacenter/DCC.aspx>. Último acesso em Setembro de 2014.
- [43] http://www.sisonline.com/empresas/aguilera/Wagner_Aguilera_Portugues.pdf. Último acesso em Outubro de 2014.

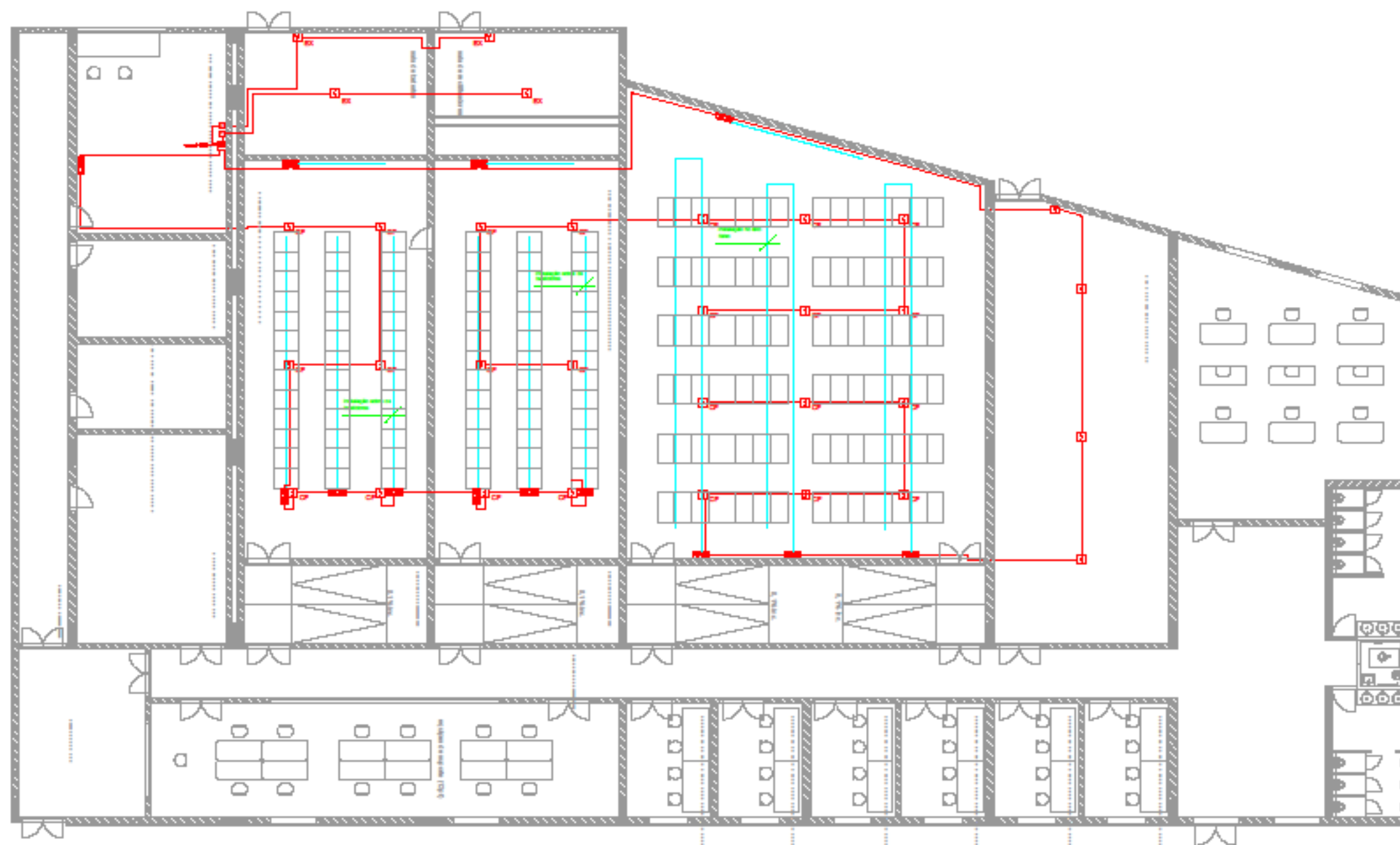
Anexo A. Estudo de caso – *Data Center* – Projeto

O presente anexo contém os desenhos de projeto de licenciamento efetuados para o estudo de caso elaborado, em que estão contidos os sistemas de detecção e extinção de incêndio.



Legenda	
	Central de Detecção de Incêndio
	Painel Repetidor
	Central de Extinção
	Detetor ótico de fumo endereçável
	Detetor ótico de fumo endereçável - instalado no teto falso
	Detetor de fumo por aspiração
	Fonte de alimentação 24 V DC
	Botão de alarme manual endereçável
	Módulo Interface
	Detetor ótico de fumo endereçável - instalado do chão falso
	Detetor ótico de fumo coletivo - atmosfera potencialmente explosiva (ATEX)
	Botão de alarme manual coletivo - atmosfera potencialmente explosiva (ATEX)
	Painel ótico de indicação de libertação de gás
	Botão de paragem de extinção - coletivo
	Botão de ativação manual de extinção - coletivo
	Indicador de alarme
	Sirene de alarme endereçável
	Cabo - JG(st) 690 1x2x250
	Tubo de aspiração - (Ø 25mm)
	SafedLink - JG(st) 690 1x2x250

Sistema Automático de Detecção de Incêndio (SADI)	
Instituto Superior de Engenharia do Porto	
Caso de Estudo: Data Center	Desenho: 01
Loop de CDI e painéis repetidores	
Mul Nêto: 1080415	



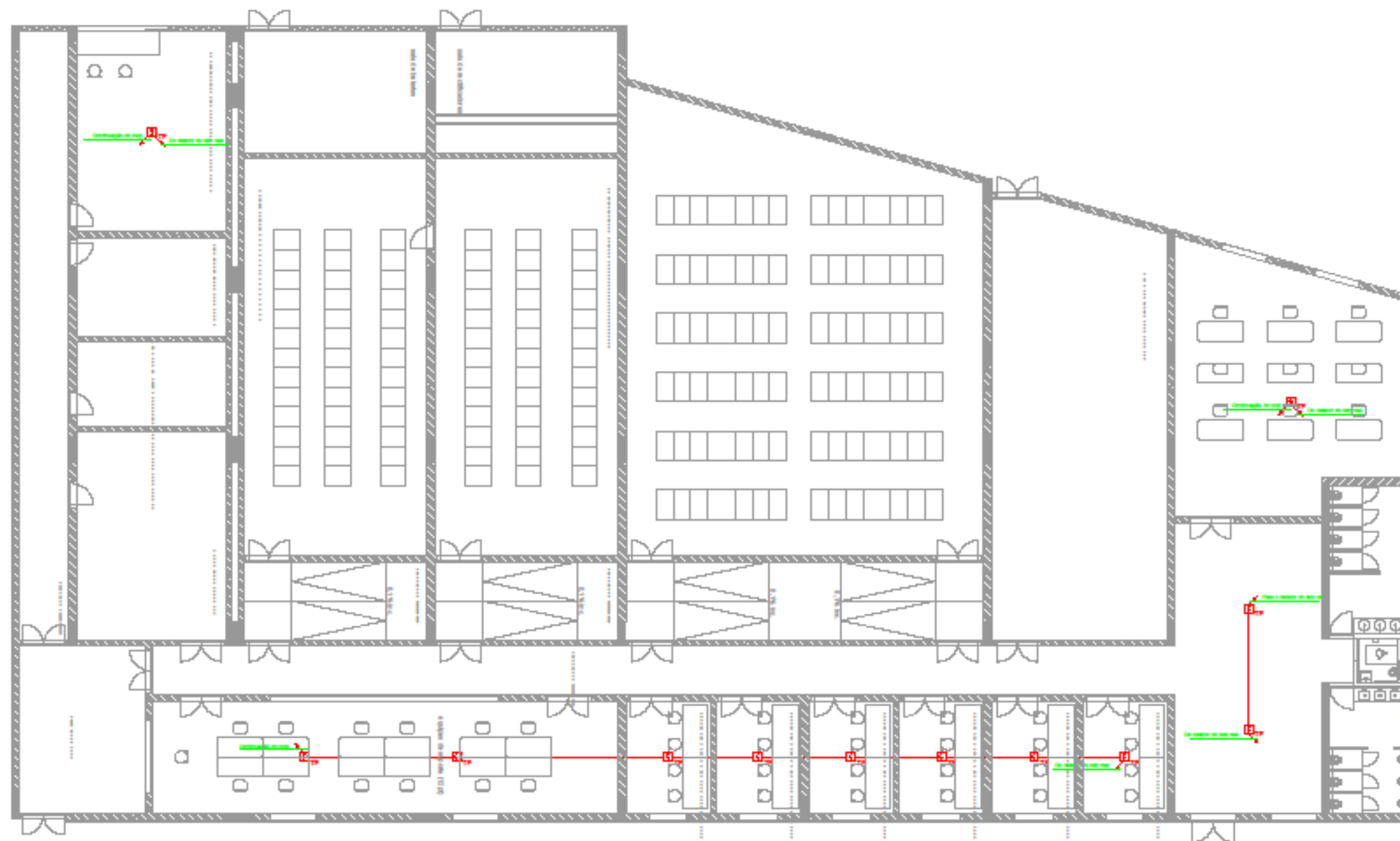
Legenda	
	Central de Detecção de Incêndio
	Panel Repetidor
	Central de Extinção
	Detector ôptico de fumo endereçável
	Detector ôptico de fumo endereçável - Instalado no teto falso
	Detector de fumo por aspiração
	Fonte de alimentação 24 V DC
	Botão de alarme manual endereçável
	Módulo Interface
	Detector ôptico de fumo endereçável - Instalado do chão falso
	Detector ôptico de fumo coletivo - atmosferas potencialmente explosivas (ATEX)
	Botão de alarme manual coletivo - atmosferas potencialmente explosivas (ATEX)
	Panel ôptico de indicação de libertação de gás
	Botão de perseguição de extinção - coletivo
	Botão de atração manual de extinção - coletivo
	Indicador de alarme
	Sirene de alarme endereçável
	Cabo - JG(pt) 690 1x2x250
	Tubo de aspiração - (Ø 25mm)
	SadedLink - JG(pt) 690 1x2x250

Sistema Automático de Detecção de Incêndio (SADI)	
Instituto Superior de Engenharia do Porto	
Caso de Estudo: Data Center	Desenho: 02
Loop 1	
Rui Neto: 1080415	



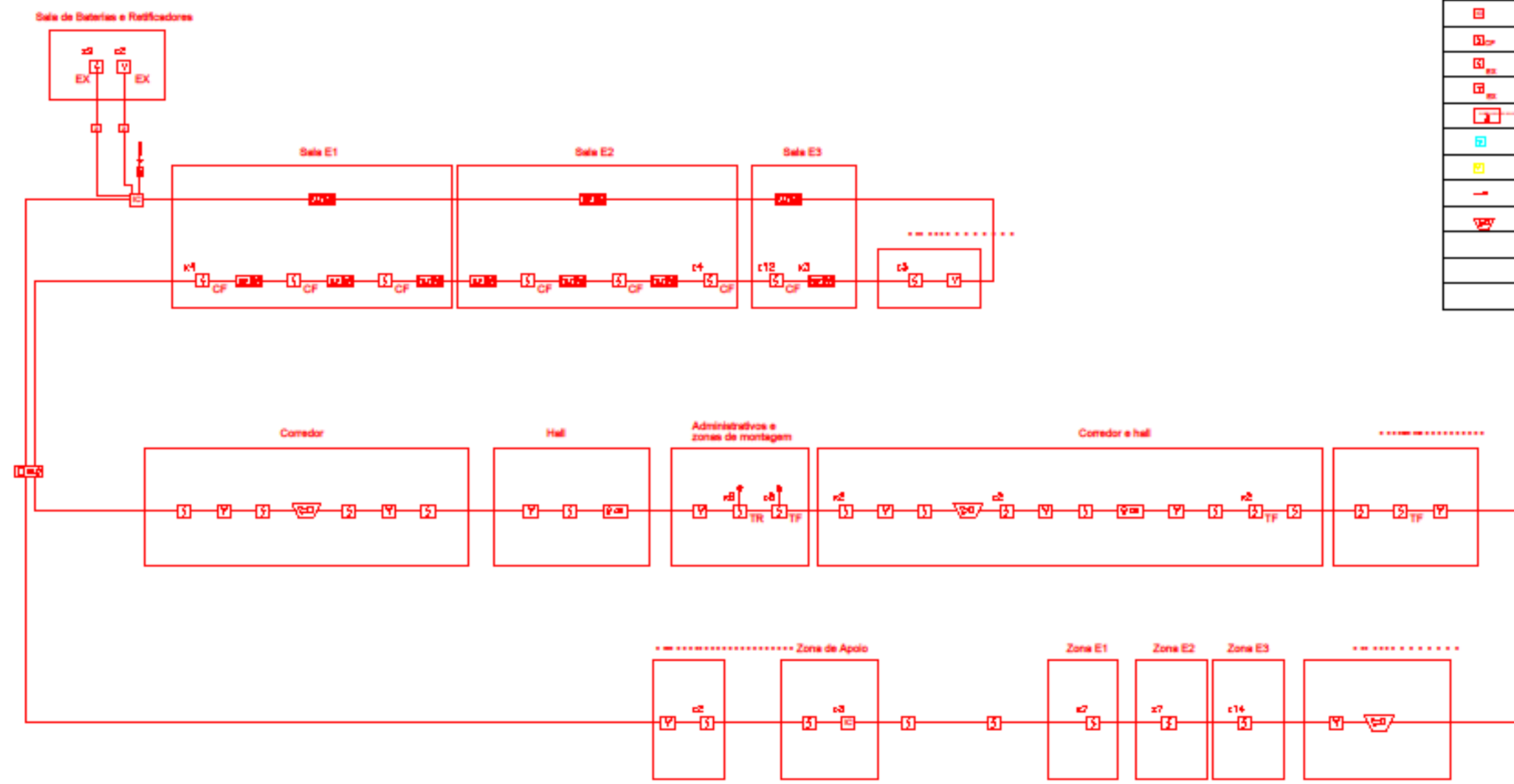
Legenda	
	Central de Detecção de Incêndio
	Panel Repetidor
	Central de Extinção
	Detetor ótico de fumo endereçável
	Detetor ótico de fumo endereçável - Instalado no teto falso
	Detetor de fumo por aspiração
	Fonte de alimentação 24 V DC
	Botão de alarme manual endereçável
	Módulo Interface
	Detetor ótico de fumo endereçável - Instalado do chão falso
	Detetor ótico de fumo coletivo - atmosferas potencialmente explosivas (ATEX)
	Botão de alarme manual coletivo - atmosferas potencialmente explosivas (ATEX)
	Panel ótico de indicação de libertação de gás
	Botão de paragem de extinção - coletivo
	Botão de ativação manual de extinção - coletivo
	Indicador de alarme
	Sirena de alarme endereçável
	Cabo - JG(st) 690 1x2x250
	Tubo de aspiração - (Ø 25mm)
	SelvedLink - JG(st) 690 1x2x250

Sistema Automático de Detecção de Incêndio (SADI)	
Instituto Superior de Engenharia do Porto	
Caso de Estudo: Data Center	Desenho: 03
Loop 2	
Rui Neto: 1060415	



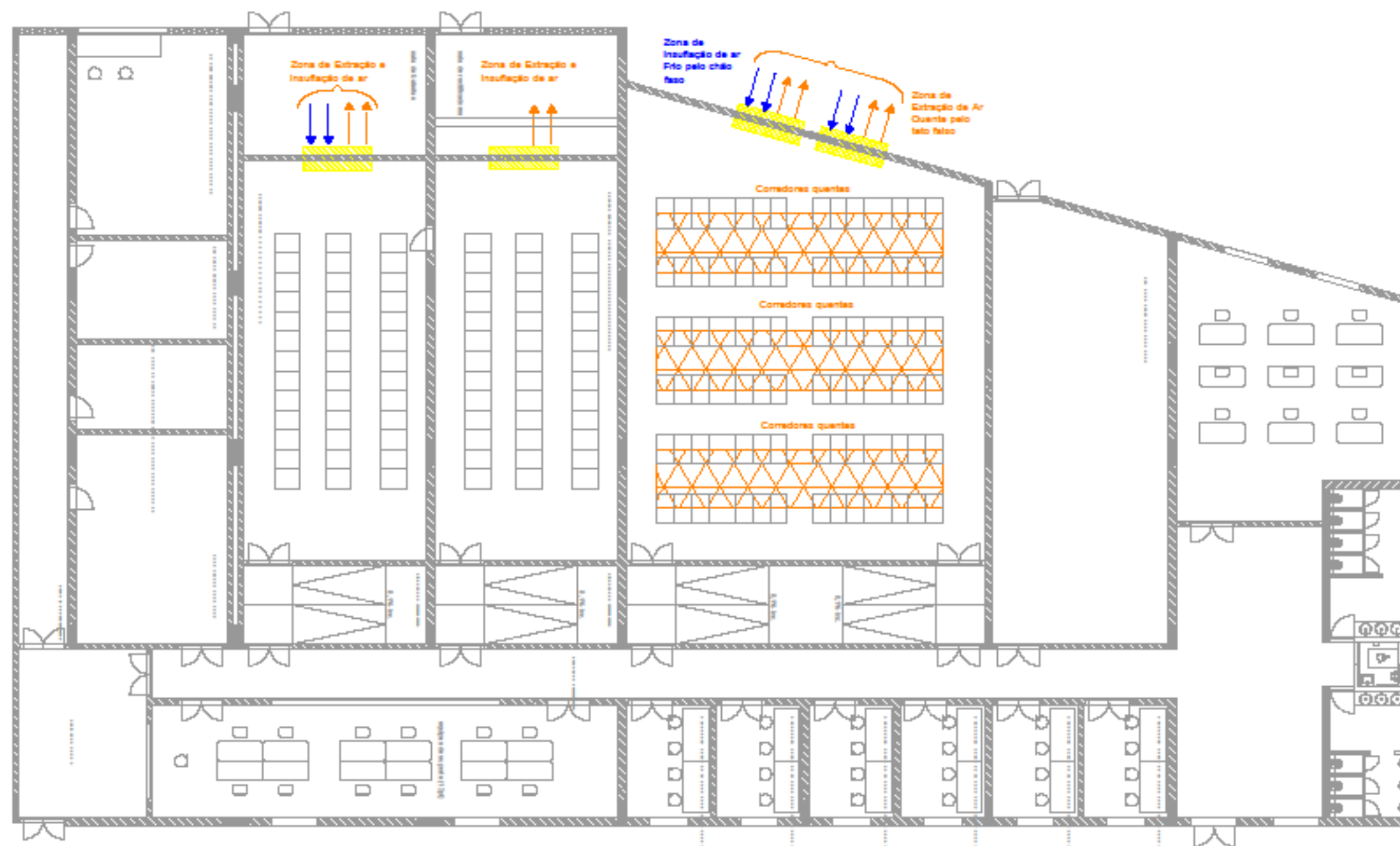
Legenda	
	Central de Detecção de Incêndio
	Repetidor
	Central de Extinção
	Detetor ótico de fumo endereçável
	Detetor ótico de fumo endereçável - Instalado no teto falso
	Detetor de fumo por aspiração
	Fonte de alimentação 24 V DC
	Botão de alarme manual endereçável
	Módulo Interface
	Detetor ótico de fumo endereçável - Instalado do chão falso
	Detetor ótico de fumo coletivo - atmosfera potencialmente explosivas (ATEX)
	Botão de alarme manual coletivo - atmosfera potencialmente explosivas (ATEX)
	Repetidor de indicação de libertação de gás
	Botão de paragem de extinção - coletivo
	Botão de ativação manual de extinção - coletivo
	Indicador de alarme
	Símbolo de alarme endereçável
	Cabo - JG(jet) Ø90 1x2x250
	Tubo de aspiração - (Ø 25mm)
	SafedLink - JG(jet) Ø90 1x2x250

Sistema Automático de Detecção de Incêndio (SADI)	
Instituto Superior de Engenharia do Porto	
Caso de Estudo: Data Center	Desenho: 04
Loop 2 - Equipamento teto falso	
Ref. Nêto: 1080415	



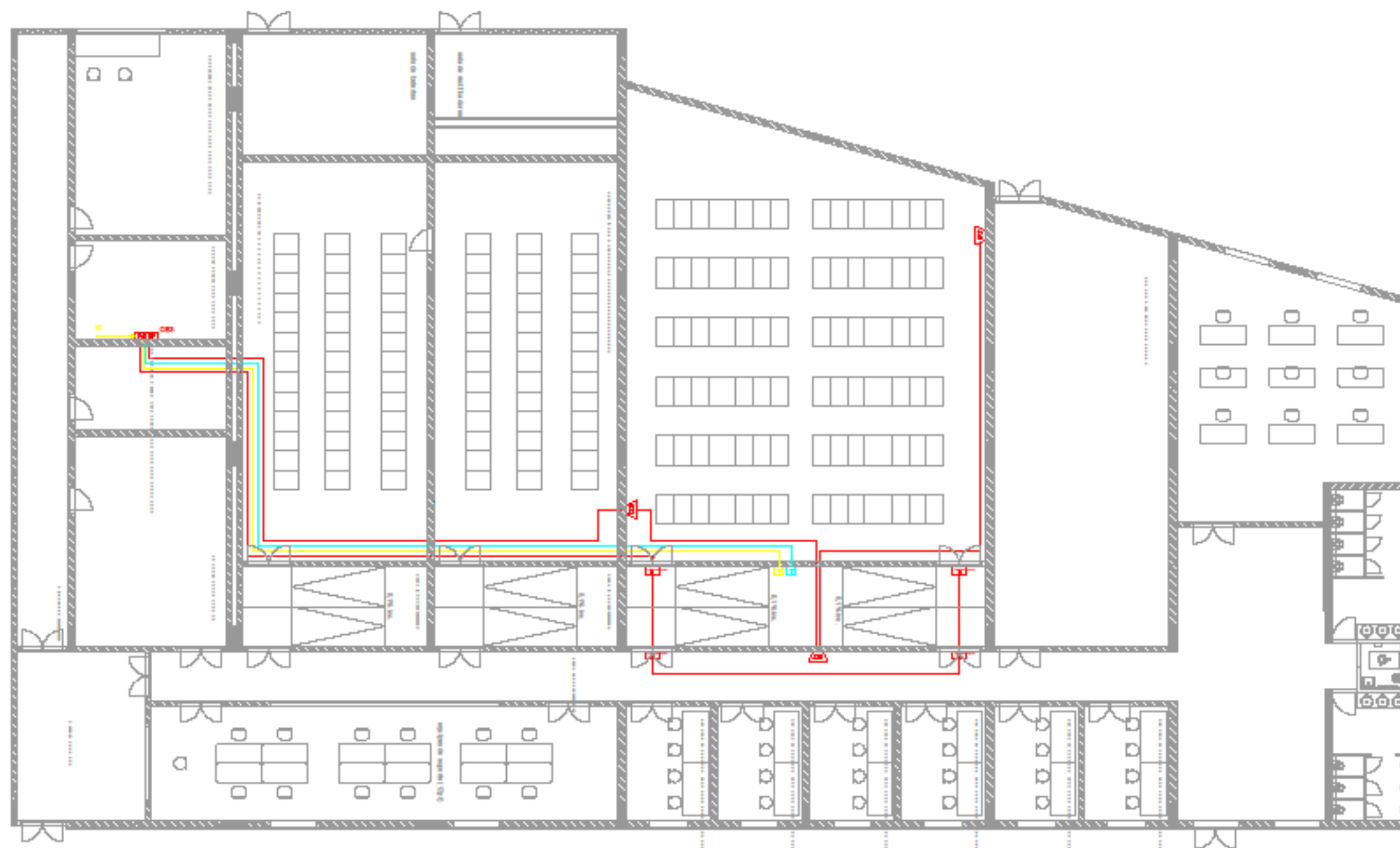
Legenda	
	Central de Detecção de Incêndio
	Panel Alarmador
	Central de Extinção
	Detetor ótico de fumo endereçável
	Detetor ótico de fumo endereçável - Instalado no teto falso
	Detetor de fumo por aspiração
	Fonte de alimentação 24 V DC
	Botão de alarme manual endereçável
	Módulo Interface
	Detetor ótico de fumo endereçável - Instalado do chão falso
	Detetor ótico de fumo coletivo - atmosfera potencialmente explosivas (ATEX)
	Botão de alarme manual coletivo - atmosfera potencialmente explosivas (ATEX)
	Panel ótico de indicação de libertação de gás
	Botão de paragem de extinção - coletivo
	Botão de ativação manual de extinção - coletivo
	Indicador de alarme
	Sirene de alarme endereçável
	Cabo - JG(st) 690 1x2x250
	Tubo de aspiração - Ø 25mm
	SafedLink - JG(st) 690 1x2x250

Sistema Automático de Extinção de Incêndio (SAG)	
Instituto Superior de Engenharia do Porto	
Caso de Estudo: Data Center	Desenho: 05
Diagrama de deteção de incêndio	
Rev. Nêto: 1000413	



Legenda	
	Central de Detecção de Incêndio
	Panel Repetidor
	Central de Extinção
	Detetor ótico de fumo endereçável
	Detetor ótico de fumo endereçável - instalado no teto falso
	Detetor de fumo por aspiração
	Fonte de alimentação 24 V DC
	Botão de alarme manual endereçável
	Módulo Interface
	Detetor ótico de fumo endereçável - instalado do chão falso
	Detetor ótico de fumo coletivo - atmosferas potencialmente explosivas (ATEX)
	Botão de alarme manual coletivo - atmosferas potencialmente explosivas (ATEX)
	Panel ótico de indicação de libertação de gás
	Botão de paragem de extinção - coletivo
	Botão de ativação manual de extinção - coletivo
	Indicador de alarme
	Sirene de alarme endereçável
	Cabo - JG(pt) 690 1x2x250
	Tubo de aspiração - Ø 25mm
	SafedLink - JG(pt) 690 1x2x250

Sistema Automático de Detecção de Incêndio (SADI)	
Instituto Superior de Engenharia do Porto	
Caso de Estudo: Data Center	Desenho: 06
Zonas de Ventilação	
Rev. Nêo: 1000415	



Legenda	
	Central de Detecção de Incêndio
	Panel Repetidor
	Central de Extinção
	Detetor ótico de fumo endereçável
	Detetor ótico de fumo endereçável - Instalado no teto falso
	Detetor de fumo por aspiração
	Fonte de alimentação 24 V DC
	Botão de alarme manual endereçável
	Módulo Interface
	Detetor ótico de fumo endereçável - Instalado do chão falso
	Detetor ótico de fumo coletivo - atmosferas potencialmente explosivas (ATEOX)
	Botão de alarme manual coletivo - atmosferas potencialmente explosivas (ATEOX)
	Panel ótico de indicação de libertação de gás
	Botão de paragem de extinção - coletivo
	Botão de ativação manual de extinção - coletivo
	Indicador de alarme
	Sirene de alarme endereçável
	Cabo - JG(st) 690 1x2x250
	Tubo de aspiração - (Ø 25mm)
	SafedLink - JG(st) 690 1x2x250

Sistema Automático de Extinção de Incêndio (SAB)	
Instituto Superior de Engenharia do Porto	
Caso de Estudo: Delta Center	Desenho: 07
Extinção_3	
Flut. Neto: 1080415	




Legenda	
	Central de Detecção de Incêndio
	Panel Repetidor
	Central de Extinção
	Detetor ótico de fumo andaresável
	Detetor ótico de fumo andaresável - instalado no teto falso
	Detetor de fumo por aspiração
	Fonte de alimentação 24 V DC
	Botão de alarme manual andaresável
	Módulo Interface
	Detetor ótico de fumo andaresável - instalado do chão falso
	Detetor ótico de fumo coletivo - atmosferas potencialmente explosivas (ATEX)
	Botão de alarme manual coletivo - atmosferas potencialmente explosivas (ATEX)
	Panel ótico de indicação de libertação de gás
	Botão de passagem de extinção - coletivo
	Botão de ativação manual de extinção - coletivo
	Indicador de alarme
	Sirene de alarme andaresável
	Cabo - JG(st) 690 1x2x250
	Tubo de aspiração - (Ø 25mm)
	SafedLink - JG(st) 690 1x2x250

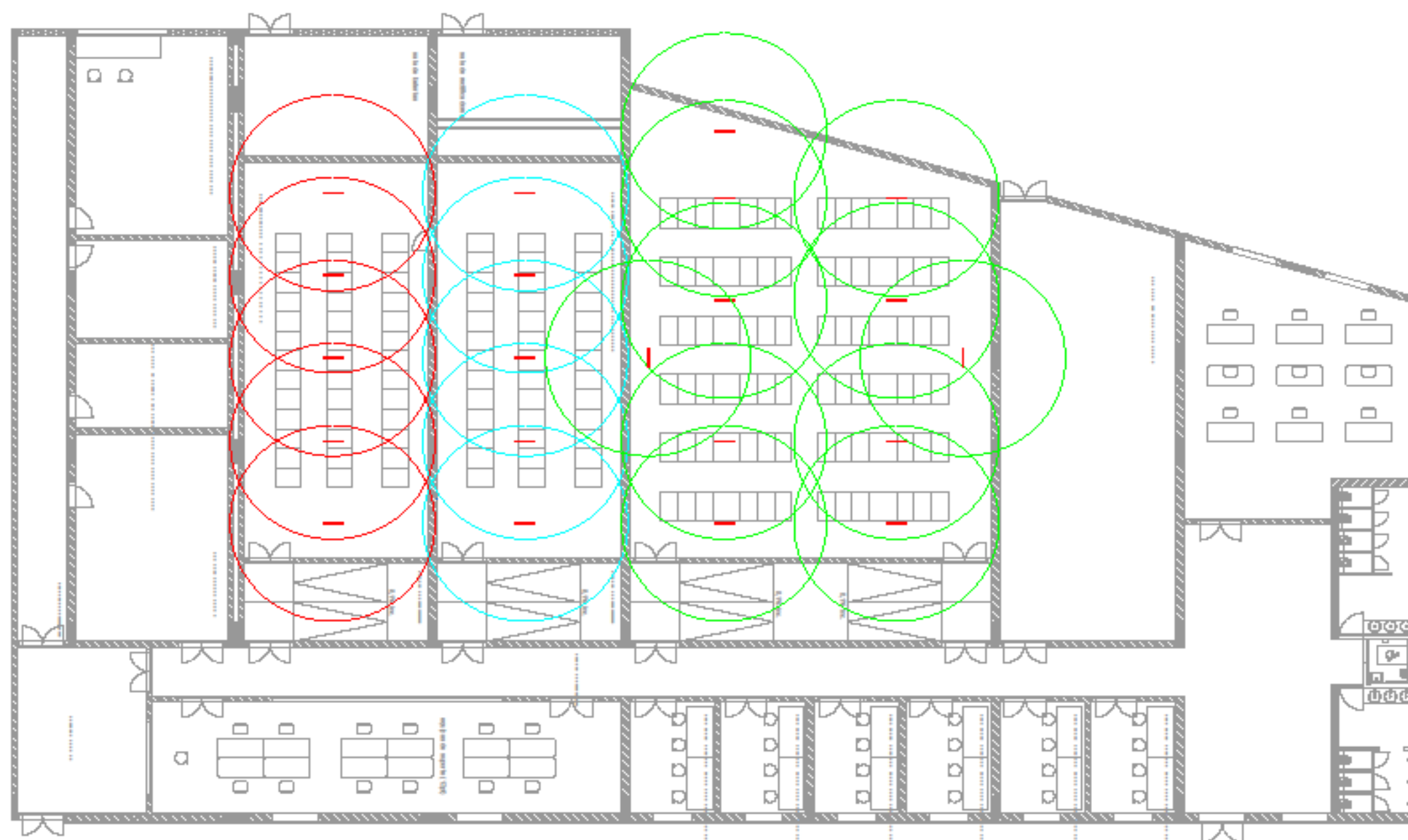
Sistema Automático de Extinção de Incêndio (SAEI)	
Instituto Superior de Engenharia do Porto	
Caso de Estudo: Data Center	Desenho: 08
Extinção_2	
Mul Neto: 1080415	




Legenda	
	Central de Detecção de Incêndio
	Panel Repetidor
	Central de Extinção
	Detetor ótico de fumo endereçável
	Detetor ótico de fumo endereçável - Instalado no teto falso
	Detetor de fumo por aspiração
	Fonte de alimentação 24 V DC
	Botão de alarme manual endereçável
	Módulo Interface
	Detetor ótico de fumo endereçável - Instalado do chão falso
	Detetor ótico de fumo coletivo - atmosfera potencialmente explosivas (ATEX)
	Botão de alarme manual coletivo - atmosfera potencialmente explosivas (ATEX)
	Panel ótico de indicação de libertação de gás
	Botão de paragem de extinção - coletivo
	Botão de ativação manual de extinção - coletivo
	Indicador de alarme
	Sirene de alarme endereçável
	Cabo - JG(st) 690 1x2x250
	Tubo de aspiração - (Ø 25mm)
	SafedLink - JG(st) 690 1x2x250

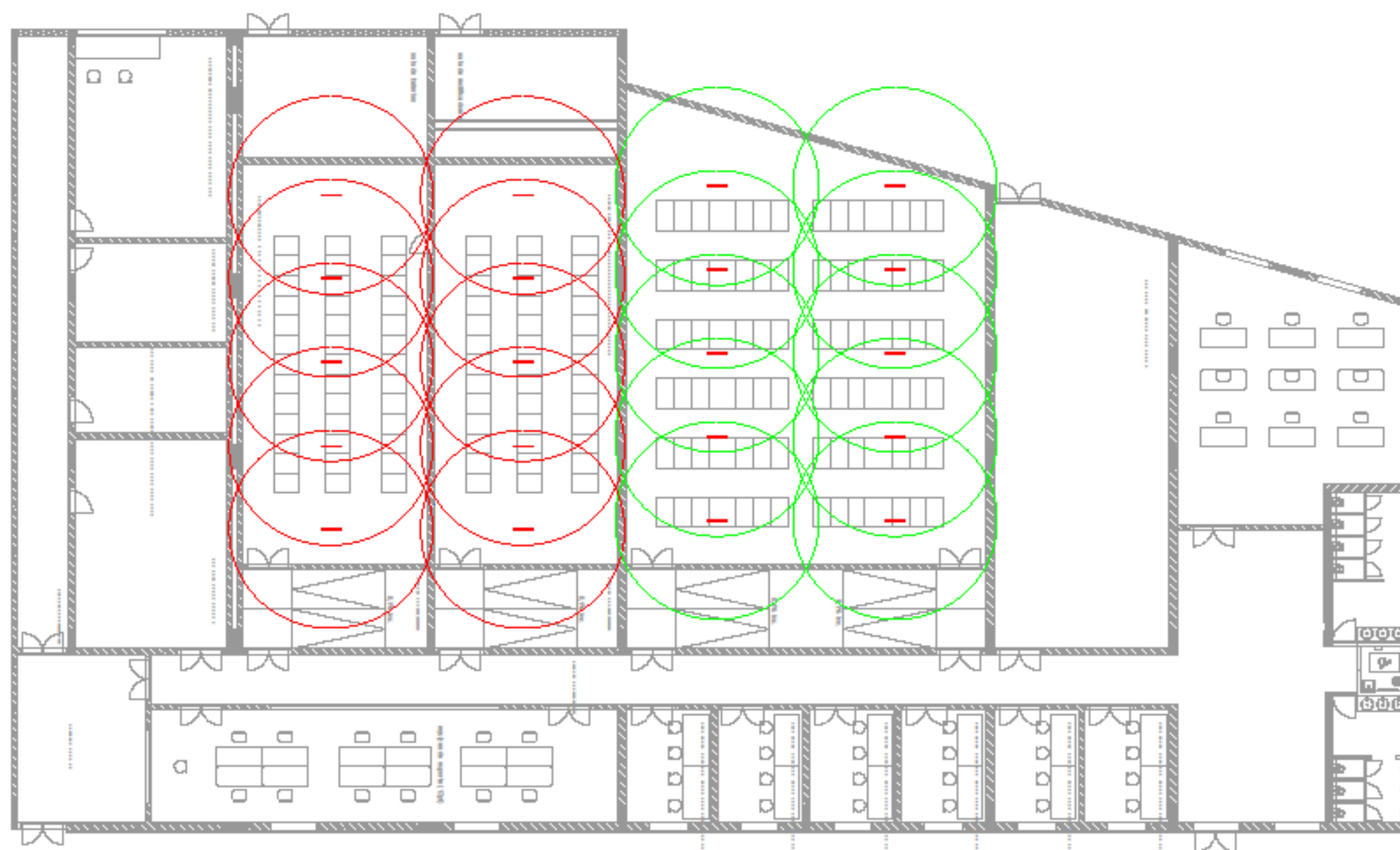
Sistema Automático de Extinção de Incêndio (SAGI)	
Instituto Superior de Engenharia do Porto	
Caso de Estudo: Data Center	Desenho: 09
Extinção_1	
Ref. Neto: 1060415	

Legenda	
	Ofiçor







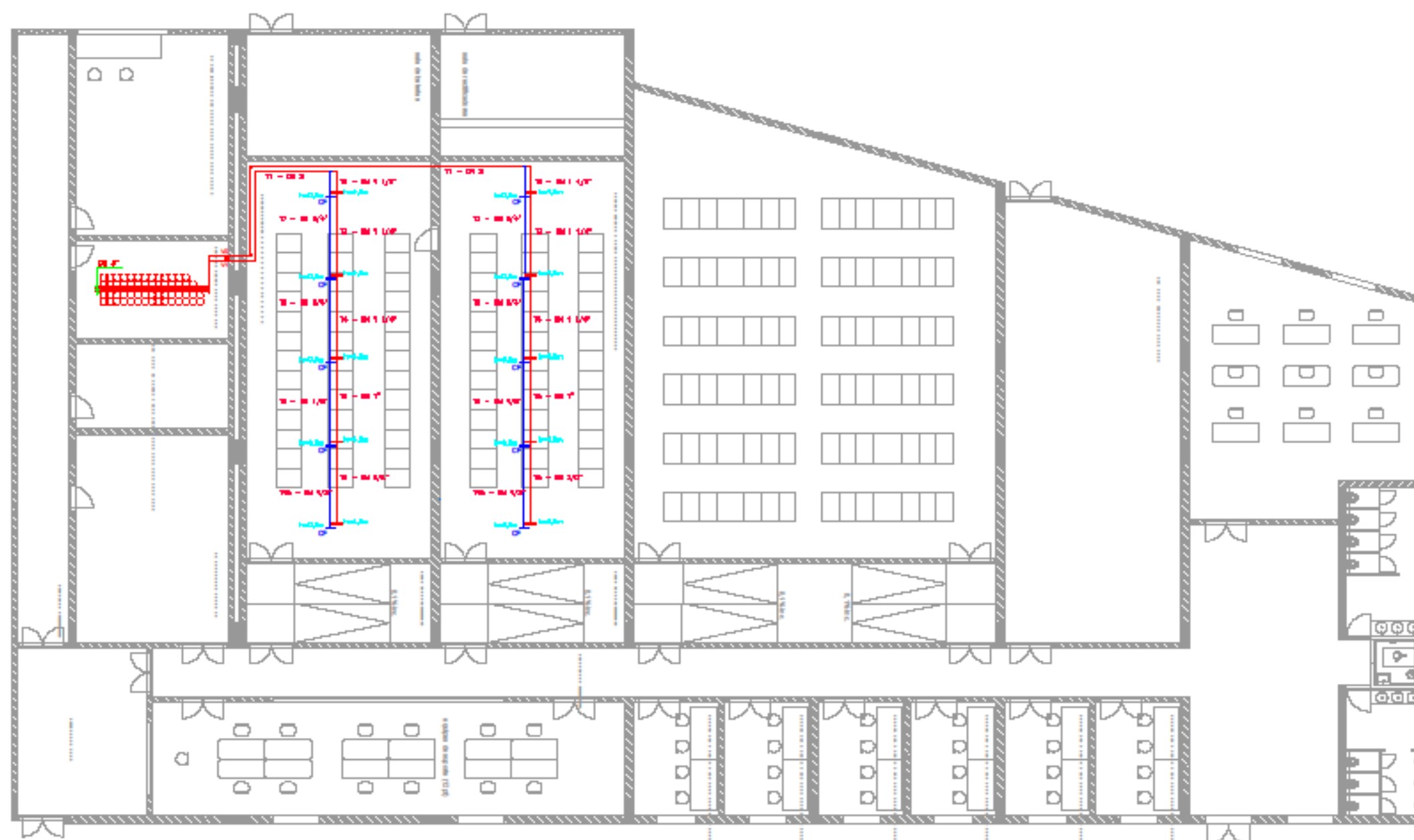
Sistema Automático de Detecção de Incêndio (SADI)	
Instituto Superior de Engenharia do Porto	
Caso de Estudo: Data Center	
Distribuição de detetores - teto falso (S2) e teto real (S1 e S2)	
Folha Nº: 1000415	
Desenho: 10	

Legenda	
	Diffusor



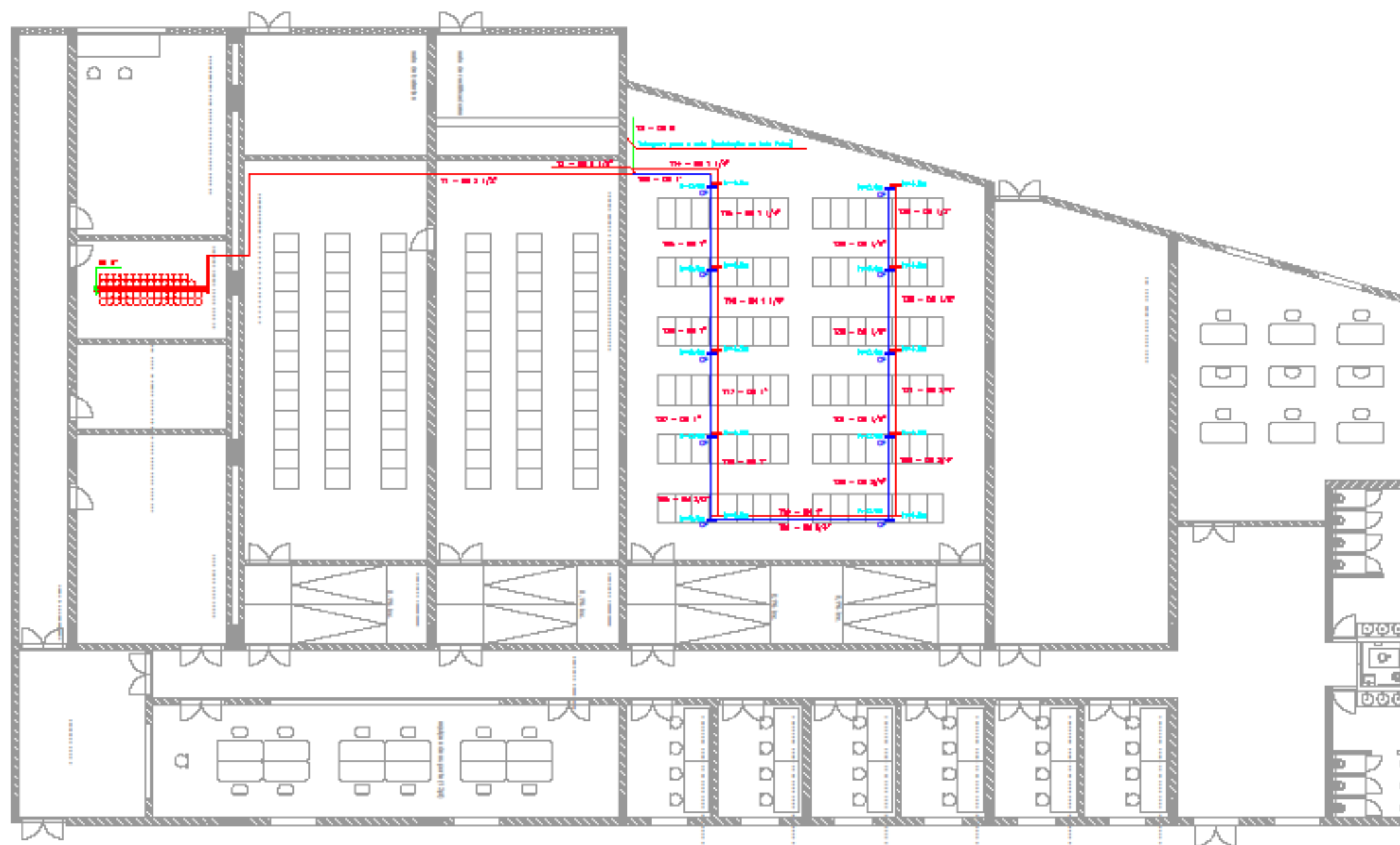
Sistema Automático de Extinção de Incêndio (SAGE)	
Instituto Superior de Engenharia do Porto	
Caso de Estudo: Delta Center	
Distribuição de difusores - chão falso e	
teto real (G2)	
Ref. Nêo: 1080415	
Desenho: 11	

Legenda	
	Difusor instalado no teto real ou teto falso
	Cilindro de 90º 1/2"
	Coletor de descarga
	Difusor instalado no chão falso



Sistema Automático de Detecção de Incêndio (SADI)	
Instituto Superior de Engenharia do Porto	
Caso de Estudo: Data Center	Desenho: 12
Tubagem e localização dos difusores	
Teto real e chão falso	
Mul Nêto: 1080415	

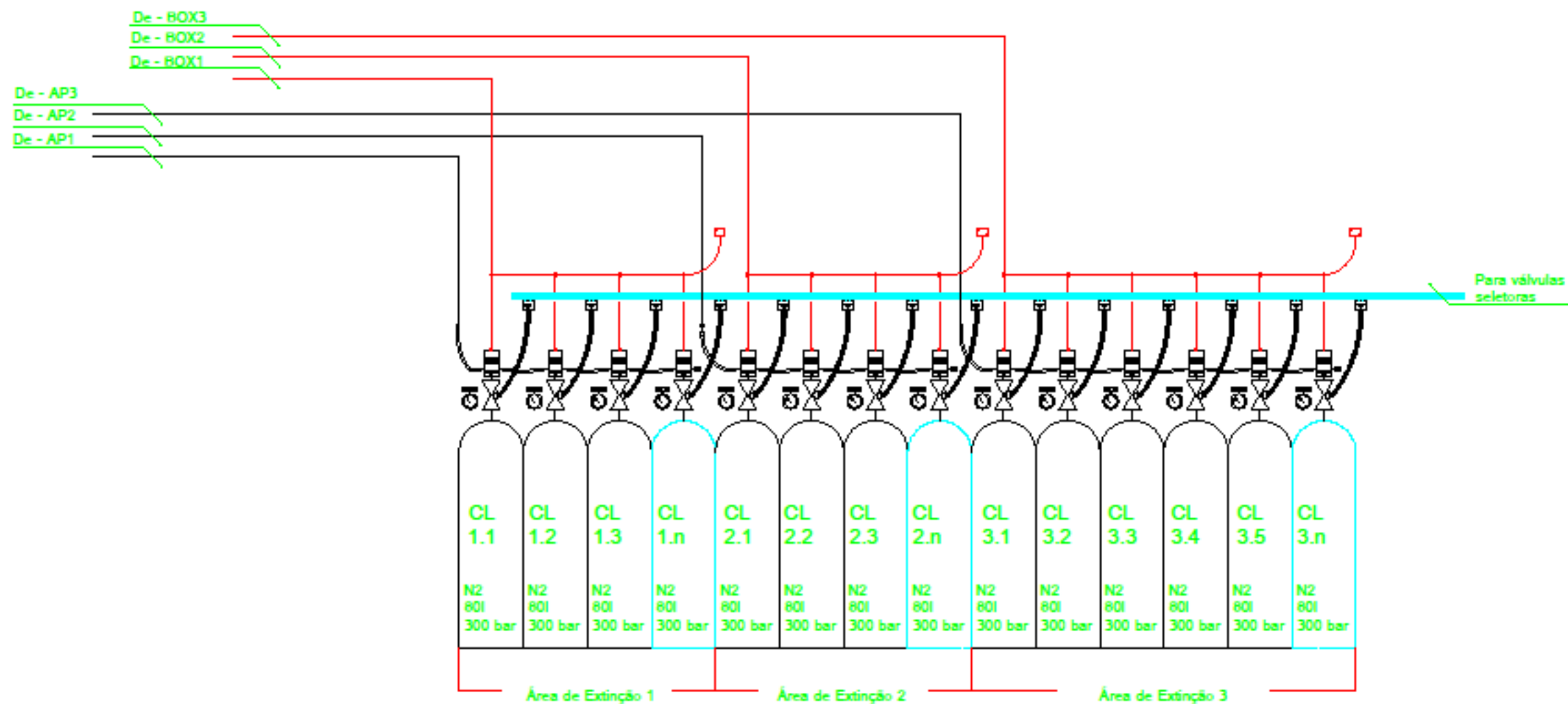
Legenda	
—	Difusor instalado no teto real ou teto falso
□	Cilindro de 90° H2
—	Coletor de descarga
—	Difusor instalado no chão falso



Sistema Automático de Detecção de Incêndio (SADI)	
Instituto Superior de Engenharia do Porto	
Caso de Estudo: Data Center	Desenho: 14
Tubagem e localização dos difusores Teto real e chão falso	
Rol Neto: 1080415	



Sistema Automático de Extinção de Incêndio (SAEI)	
Instituto Superior de Engenharia do Porto	
Caso de Estudo: Data Center	Desenho: 15
Extinção_1	
Folh. N.º: 1080415	



	Cilindro de 80l de N2 a 300 bar
	Válvula de libertação de N2 Ativação pneumática
	Manómetro de monitorização
	Válvula de redução de pressão (300/50) bar
	Válvula de teste
	Mangueira de descarga
	Controlo de descarga
	Caixa fm de linha de controlo de descarga
	Válvula de drenagem
	Coletor de descarga
	Tubagem hidráulica de controlo (HPL EN 10305-4 (DIN 2391/C)) 8,00x1,00mm
	Cablagem elétrica de controlo – Ø 0,8mm JE - H(s)H E90

Sistema Automático de Detção de Incêndio (SADI)	Desenho: 17
Instituto Superior de Engenharia do Porto	
Ciclo de Estudos: Data Center	
Circuito de descarga de gás	
Rui Neto: 1080615	